

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program M2301 – Strojní inženýrství

Strojírenská technologie  
zaměření tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie  
Oddělení tváření kovů a plastů

## **Vliv technologických předúprav na pevnost lepených spojů**

## **Impact of technology on the strength of pre-glued joints**

Vít Kolman

**KSP – TP - 818**

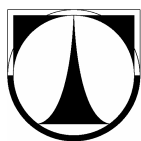
Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Doubek, Ph.D. – *TU v Liberci*

Konzultant diplomové práce: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D. – *TU v Liberci*

### **Rozsah práce a příloh:**

<b>Počet stran</b>	60
<b>Počet tabulek</b>	17
<b>Počet příloh</b>	17
<b>Počet obrázků</b>	30

Datum: 05.06.2009



**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
Fakulta strojní

**Katedra strojírenské technologie**

**Studijní rok: 2008/2009**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Jméno a příjmení

**Vít K O L M A N**

Studijní program

**M 2301 Strojní inženýrství**

Obor

**2303T002 Strojírenská technologie**

Zaměření

**Tváření kovů a plastů**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

**Vliv technologických předúprav na pevnost lepených spojů**

**Zásady pro vypracování:**

(uveďte hlavní cíle diplomové práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení se s problematikou technologie lepení karosářských výlisků.
2. Základní technologické podmínky mající vliv na pevnost lepených spojů karosářských výlisků
3. Experimentální určení pevnosti lepených spojů zhotovených při různých technologických podmínkách.
4. Určení typu porušení zkoušených lepených spojů.
5. Vyhodnocení získaných výsledků.
6. Závěr.

# ANOTACE

## TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie

Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: M2301 – Strojní inženýrství

Diplomant: Vít Kolman

Téma práce: Vliv technologických předúprav na pevnost lepených spojů

Impact of technology on the strength of pre-glued joints

Číslo DP: KSP – TP - 818

Vedoucí DP: Ing. Pavel Doubek, Ph.D. – *TU v Liberci*

Konzultant: Ing. Michaela Kolnerová, Ph.D. – *TU v Liberci*

### **Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá hodnocením rázové pevnosti lepených spojů plechů používaných v automobilovém průmyslu. Cílem práce je zhodnotit vliv technologických předúprav, konkrétně způsobu vytvrzení lepidel na rázovou pevnost lepených spojů a typ porušení lepeného spoje.

### **Abstract:**

Thesis deals with the assessment of impact strength of glued joints sheets used in the automotive industry. The aim of this work is to assess the impact of pre-technology, specifically the method of curing the impact strength of adhesive glued joints and type of violation of glued joints.

**Místopřísežné prohlášení:**

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 5. června 2009

.....

Vít Kolman  
Karla Čapka 694/5  
500 02 Hradec Králové

### **Poděkování:**

Zde bych rád poděkoval těm, kteří mě podporovali při zpracovávání této diplomové práce.

Mé poděkování patří zejména vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Doubkovi, PhD., za odbornou pomoc, věcné připomínky a cenné rady. A Ing. Michaele Kolnerové, PhD., za poskytnutí potřebných informací. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům Katedry strojírenské technologie z Oddělení tváření kovů a plastů za poskytnutou pomoc, připomínky a zapůjčené materiály.

V neposlední řadě bych také rád poděkoval svým rodičům za podporu v průběhu mého studia, a to nikoliv jen finanční.



## OBSAH

<b>OBSAH.....</b>	<b>6</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>8</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
2.1 VLASTNOSTI LEPIDEL .....	10
2.2 PŘEDNOSTI A NEDOSTATKY LEPENÝCH SPOJŮ .....	12
2.3 LEPENÉ SPOJE V AUTOMOBILECH .....	13
2.4 ROZDĚLENÍ LEPIDEL .....	16
2.4.1 Základní rozdělení .....	16
2.4.2 Současné rozdělení lepidel dle výrobců .....	18
2.5 KOROZE KOVŮ .....	18
2.5.1 Koroze a pevnost lepeného spoje .....	19
2.5.2 Ochrana proti korozi kataforézou .....	20
2.6 ZKOUŠKY LEPENÝCH SPOJŮ .....	22
2.6.1 Zkouška v odlupování .....	22
2.6.2 Zkouška pevnosti ve smyku .....	23
2.6.3 Hodnocení rázové zkoušky lepených spojů .....	24
2.6.3.1 Stanovení dynamické odolnosti vůči štípání rázem .....	24
2.6.3.2 Označení hlavních typů porušení lepeného spoje .....	29
2.7 CRASH TESTY AUTOMOBILŮ .....	30
<b>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>32</b>
3.1 MATERIÁLY A JEJICH CHARAKTERISTIKA .....	32
3.1.1 Použitý substrát .....	32
3.1.1.1 Statická zkouška tahem .....	33
3.1.2 Použitá lepidla .....	35
3.1.3 Použité mazivo .....	38
3.2 PŘÍPRAVA VZORKŮ .....	38
3.2.1 Nastříhání vzorků a vrtání otvorů do substrátu .....	38
3.2.2 Označení vzorků .....	39
3.2.3 Odmaštění vzorků .....	40
3.2.4 Naneseí rovnoměrné vrstvy maziva .....	40
3.2.5 Nanášení lepidel a zajištění vzorků .....	41
3.2.6 Vytvrzení lepidla .....	42
3.2.6.1 Vytvrzení vzorků v laboratoři TUL .....	42
3.2.6.2 Vytvrzení v kataforézní lázni .....	43
3.3 PROVEDENÍ RÁZOVÉ ZKOUŠKY LEPENÝCH SPOJŮ DLE ČSN EN ISO 11343 .....	45
3.3.1 Vlastní štípání vzorků rázem pomocí klínu .....	45
3.3.2 Vyhodnocení rázové zkoušky lepených spojů a hodnocení typu porušení lepeného spoje pro jednotlivá lepidla dle způsobu vytvrzení .....	47
3.3.2.1 Lepidlo Betamate 1496F .....	48
3.3.2.2 Lepidlo Betamate 1040 .....	49
3.3.2.3 Lepidlo Betamate 5096 .....	49
3.3.2.4 Lepidlo Betaguard RB 214 BV .....	50



3.3.2.5 Lepidlo Sika Power - 492 G .....	50
3.3.2.6 Lepidlo Sika Power - BFK 5 .....	51
3.3.2.7 Lepidlo Terokal 8026GB-25 .....	51
4. VYHODNOCENÍ.....	52
5. ZÁVĚR.....	56
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	58
SEZNAM PŘÍLOH.....	60



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení:	Jednotka:	Význam:
např.	-	například
apod.	-	a podobně
resp.	-	respektive
Obr.	-	obrázek
1-K	-	jedno komponentní
2-K	-	dvou komponentní
Tab.	-	tabulka
tl.	-	tloušťka
č.	-	číslo
TUL	-	Technická univerzita v Liberci
a.s.	-	akciová společnost
$\bar{x}_s$	-	průměrná hodnota
s	-	výběrová směrodatná odchylka
$A_{80}$	%	tažnost
F	N	síla
$F_{\max}$	N	maximální síla při štípání
$F_s$	N	pevnost ve štípání
$L_0$	mm	počáteční délka
$L_u$	mm	konečná délka
$R_m$	MPa	mez pevnosti v tahu
$R_{p0,2}$	MPa	smluvní mez kluzu
S	mm <sup>2</sup>	okamžitý průřez
$S_0$	mm <sup>2</sup>	původní průřez
t.	s	čas
MIG	-	sváření s inertním plynem
$\tau_{\max}$	MPa	pevnost ve smyku
PVC	-	polyvinylchlorid
HDG	-	druh plechu
AF	%	adhezní lom
CF	%	kohezní lom
SCF	%	kohezní lom na hranici substrátu





# 1. ÚVOD

Spojování materiálů pomocí technologie lepení je známé již z dávné minulosti. Např. lepení pomocí smůly, avšak využití lepení ke spojování technických materiálů je poměrně mladým způsobem konstrukčního spojování. Během druhé světové války zaznamenala technologie lepení větší pozornosti při lepení letadel, ale stále se považovala jen za doplňkovou technologii. Mezi klasické technologie spojování materiálů patřilo svařování, šroubové a nýtové spojení. V sedmdesátých letech minulého století se konečně lepidla dostávají do popředí a postupem času se technologie lepení dostala do mnoha průmyslových odvětví. Dříve lepidla vzbuzovala nedůvěru především z nedostatku teoretických znalostí a zkušeností s lepením. Nyní je technologie lepení již plnohodnotný způsob spojování různých druhů materiálů.

Základní výhodou lepených spojů je široké použití a pokrokovost spočívající v obrovských možnostech vývoje ve výrobě. Aby nám lepené spoje dobře sloužily, je důležité znát kromě vlastností lepidel a lepených materiálů i způsob, jakým budou lepené spoje namáhány.

Lepidly rozumíme nekovové materiály syntetického, rostlinného či živočišného původu. Lepidla se vyznačují vysokou vnitřní soudržností a přilnavostí k lepeným povrchům. Lepení je často jedinou spojovací metodou, která vyhovuje požadavkům na vysokou technickou úroveň konstrukce, kde lepený spoj nenarušuje materiálovou strukturu.

V současné době se v automobilovém průmyslu používá celá řada lepidel. Tato diplomová práce se zabývá lepením plechů různými druhy lepidel. Diplomová práce by měla ukázat jaký vliv má technologická předúprava, resp. způsob vytvrzení na vlastnosti lepeného spoje pro různé typy lepidel, používaných při stavbě karoserie. Vliv technologické předúpravy bude hodnocen pomocí metody štípání lepeného spoje klínem. Jde o dynamické zkoušení, které je při zkoušení lepidel poměrně nové a souvisí s používáním lepidel jako konstrukčních prvků, majících vliv na crashovou odolnost karoserie. Pomocí rázové zkoušky se určí rázová pevnost ve štípání lepidel a vyhodnotí se typ porušení lepeného spoje.



## 2. TEORETICKÁ ČÁST

V současné době je technologie lepení jednou ze základních technologií pro spojování kovových a nekovových materiálů, či pro jejich kombinace a to téměř ve všech průmyslových odvětvích. Lepením se rozumí spojení dvou různých ploch pomocí lepidla (adheziva), které má dobrou přilnavost k oběma plochám. Používané lepidlo musí být po celý čas nanášení ve stavu tekutém, aby se zajistila vhodná přilnavost k oběma plochám. Při lepení není základní spojovaný materiál ve většině případů nijak ovlivněn, vynecháme-li chemické působení lepidel. Netvoří se tedy v základním materiálu vrub, co by místo koncentrace napětí. Lze sledovat výhodné vlastnosti, kterými jsou především ekonomičnost, flexibilita a efektivnost spojení. Dokonce v některých případech převyšuje lepený spoj ostatní druhy i svou životností. Při použití technologie lepení musíme hledat pro specifický případ vhodný typ lepidla a souvisejících doplňků, nebo pro daný typ lepidla nalézt odpovídající aplikaci. Součástí lepení jsou prostředky pro přípravu povrchu materiálu a spoje. Je třeba dbát na důkladnou přípravu základního a spojovaného materiálu, čímž se přímo ovlivňuje životnost, soudržnost a pevnost spoje.

### 2.1 Vlastnosti lepidel

Mezi důležité vlastnosti při lepení patří [1]:

- **adheze**
- **koheze**
- **smáčivost**
- **soudržnost**

*Adheze*, neboli přilnavost je vlastnost vyjadřující schopnost lepidla dostatečně přilnout k povrchu materiálu, navzájem se přitahovat se základním materiálem adhezními silami, souvisejícími s molekulární strukturou lepidla. Přilnavost je důsledek působení fyzikálních sil mezi molekulami a působení chemických vazeb těchto molekul. Pokud by lepidlo nebylo schopno navázat toto spojení (přilnout k materiálu), pak by se spoj rozlepil na rozhraní lepidlo – lepený materiál (adherend),



což je absolutně nepřijatelné a v tomto případě je lepidlo nepoužitelné, neboť vnitřní soudržnost (koheze) a vlastní pevnost materiálu převyšují svou vazbou adhezi. Adhezní vazba vzniká dvojím způsobem, jednak mechanickou nebo chemickou vazbou.

Mechanická vazba se projevuje u materiálů s členitým a porézním povrchem. Lepidlo zde zatéká do „reliéfu“ v povrchu materiálu, kde po ztuhnutí je spoj pomyslně ukotven a je spojen přímo se strukturou materiálu.

Chemická vazba se uplatňuje rovněž u porézních materiálů, ale její hlavní použití je u jemně drsných ale i zcela hladkých materiálů. Tato teorie je založena především na chemickém působení lepidla a lepeného povrchu. Proto se dobře lepí povrchy, které mají reaktivní povrch, nebo předem upravené povrchy tak, aby chemická reakce mohla proběhnout v kovalentních vrstvách.

**Koheze**, nebo-li soudržnost je hlavní vlastnost pro určení pevnosti lepidla. Popisuje stav hmoty, při kterém částice působením mezimolekulárních a valenčních sil drží pohromadě. Kohezní vlastnost lepidla závisí výhradně na jeho složení a charakteru. Velikost koheze udává potřebnou energii pro překonání sil mezi molekulami, neboli jak velkou energii je třeba vynaložit, aby se od sebe odtrhly jednotlivé vnitřní částičky a narušila se tak vnitřní stabilita. Koheze s adhezí určují základní srovnávací prvky, jednak provedení lepeného spoje, ale i jeho zkoušení.

**Smáčivost** určuje povrchové napětí lepidla. Potřebujeme hodnotu smáčivosti lepidla nižší než je hodnota smáčivosti lepeného povrchu, pak se lepidlo udrží a vytvoří tak vhodné podmínky pro spojení. Pokud je jeho hodnota vyšší než u materiálu lepeného povrchu, pak nedojde ke smočení, neboť lepidlo se na lepeném materiálu neudrží a má tendenci se po jeho povrchu pohybovat.

**Soudržnost** (pevnost) je porovnávací parametr, který charakterizuje výdrž spoje ve srovnání koheze, resp. adheze vůči zatěžující síle.



## 2.2 Přednosti a nedostatky lepených spojů

Technologie lepení, se dříve používala jen jako doplňková k běžným způsobům spojování technických materiálů (svařování, šroubování, nýtování, atd.). V minulosti lepení mělo řešit ty případy, které nešlo řešit jinými metodami spojování. Nyní je lepení důležitým doplňkem tradičních metod spojování. Největší výhodou lepeného spoje v porovnání s běžnými způsoby spojování, je zvýšení celkové pevnosti vhodně konstruovaného spoje. Svařování nelze plně nahradit lepením, ale často je vhodné jejich společné použití. Při spoji nýtovaném, nebo šroubovaném otvory zmenšují průřez spojovaných dílů a mimo to vyvolávají vysokou koncentraci napětí, tudíž nemůže být spojovaný materiál plně pevnostně využit. [1],[ 2]

### **Přednosti lepení :**

- Snížení hmotnosti
- Nezeslabení nosného průřezu
- Snížení výrobních nákladů
- Těsnost spoje
- Možnost spojovat různé materiály
- Hladké vnější plochy
- Možnost spojovat velké a velmi tenké plochy

### **Nedostatky lepení :**

- Malá odolnost proti zvýšení teploty a odlupování
- Většinou nutnost vytvrzování
- Použití vytvrzovacích přípravků
- Vytvrzovací časová prodleva

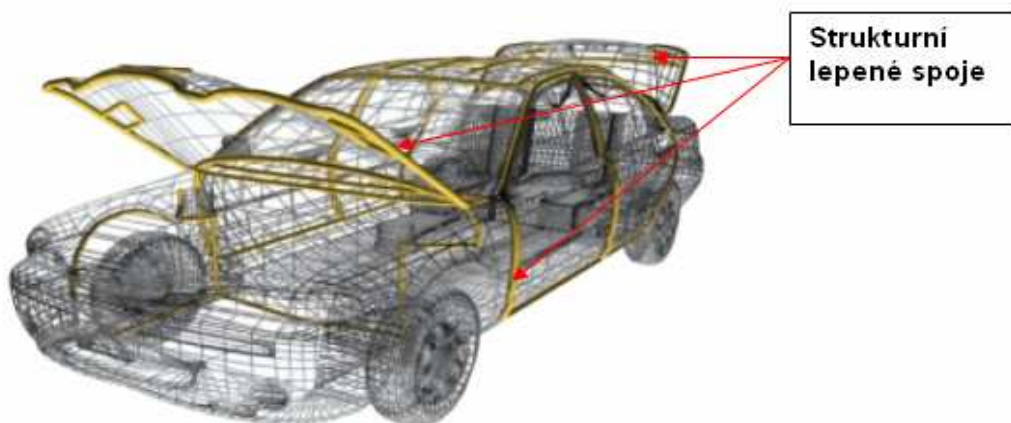
## 2.3 Lepené spoje v automobilech

Technologie lepení kovových materiálů se nejvíce uplatňuje při spojování plechů. Při výrobě vozidel lepidla zastávají funkci přenosu sil, antikorozi ochrany, či tlumení vibrací. V automobilovém průmyslu se konstrukční lepené spoje uplatňují na mnoha místech karoserie.

**Základní rozdělení lepených spojů je na:**

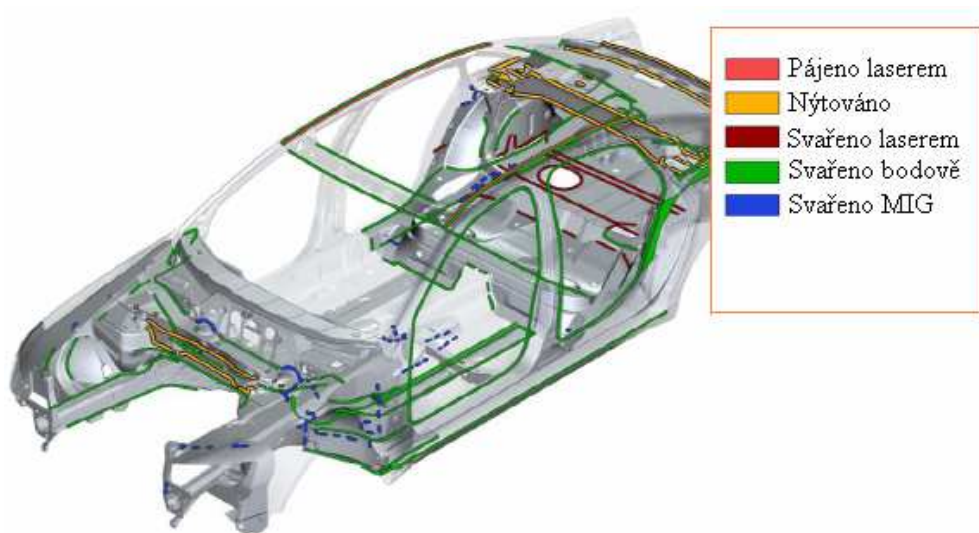
**strukturní** – kde se lepený spoj výrazně podílí na pevnosti spoje obr.2.3-1, tloušťka lepidla je malá např. (0,2mm)

**výplňové** – lepidlo má funkci výplně, nanáší se ve větší vrstvičce např. (2mm)



*Obr.2.3-1 Zobrazení strukturních lepených spojů v automobilech. [4]*

Adheziva mohou být jak doplňkový prostředek (výztuhy v karoseriích, tmelení), nebo mohou zcela zastoupit tradiční techniky spojení. Lepidly však nelze nahradit svařování rámců, či samonosné karoserie, protože elasticita lepidel by mohla způsobit nechtěné chování vozidla jako celku. Karosářské plechy se nejčastěji spojují technologií odporového (především bodového, švového, či výstupkového) svařování. Dříve se většina dílů při spojování karoserie většinou svařovala obr.2.3-2. [3]



*Obr.2.3-2 Spojování karoserie bez lepení pomocí pájení, svařování  
a nýtování. [5]*

**Využití lepení při spojování části karoserie má tyto výhody a nevýhody: [3]**

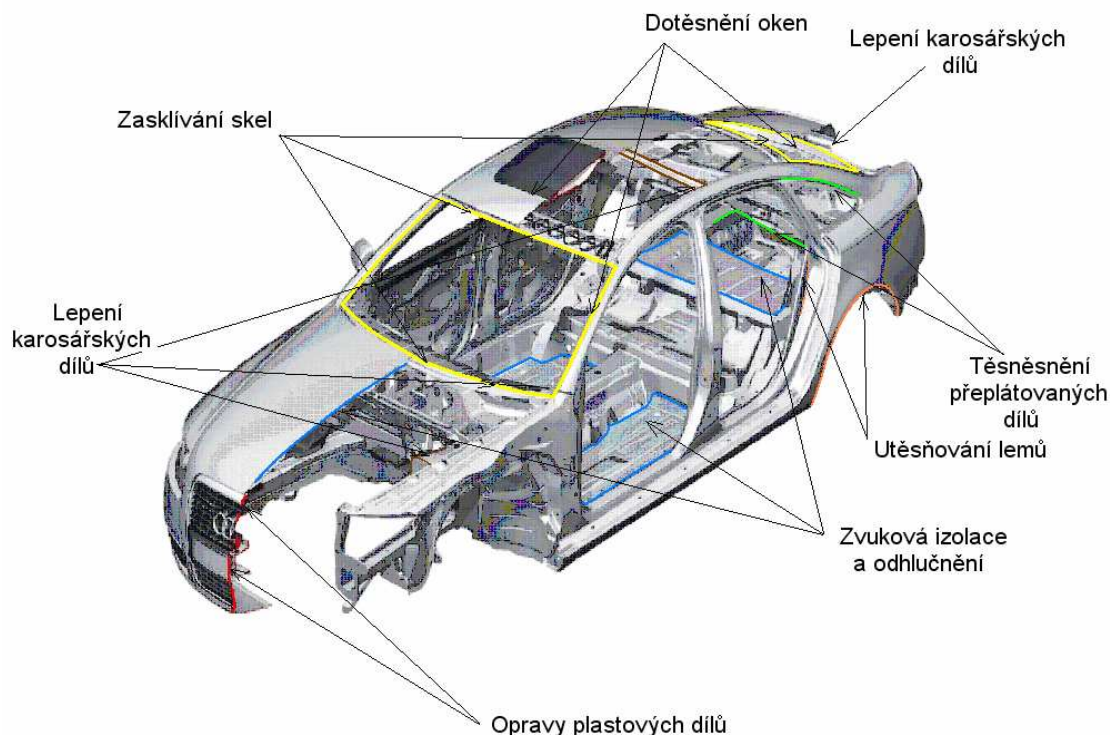
**Výhody:**

- větší pevnost a tuhost karoserie díky plošnému uchycení plechů
- hladký povrch spojovaných míst
- spoje jsou těsné dobrý vliv na korozní odolnost karoserie
- lepidlo je elektroizolant, nedojde k elektrolytické korozi při spojení různých kovů
- snížení hlučnosti karoserie, mezi spojovanými plechy nedochází ke klepání

**Nevýhody:**

- lepený spoj je citlivý na nárazy, odlupování
- spoj je citlivý na vysoké teploty a některé vlivy prostředí
- většinou nutnost vytvrzování

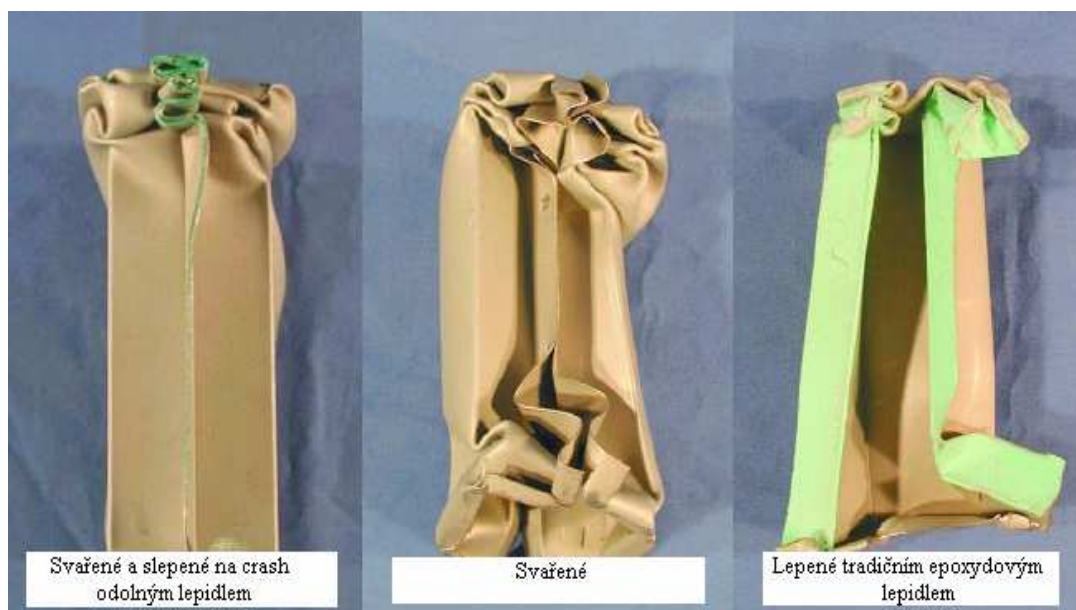
V současné době se při stavbě automobilu používají různé druhy lepidel k nejrůznějším aplikacím obr.2.3-3.



Obr.2.3-3 Využití různých druhů lepidel při stavbě automobilu. [6]

### Porovnání svařovaných a lepených spojů [3]

Spojované plechy jsou většinou opatřeny ochrannými povlaky. Často používanými plechy jsou plechy s povlakem zinku, který je elektrolyticky, nebo žárově nanášený. Zinek chrání plech před korozí. Při svařování zinkový povrch přináší problémy s ulpíváním zinku na elektrodách, či narušení povrchové vrstvy zinku v místě spoje. Spojování různých tloušťek a jakostí plechů je při svařování také problematické na rozdíl od spojů lepených. Největší pevnost lepeného spoje se musí orientovat ve směru maximálního namáhání. Vrstva adheziva musí být co nejtenčí rovnoměrná a souvislá. Lepené spoje mohou být namáhány staticky nebo dynamicky. Nejvyšších hodnot pevnosti lepeného spoje je dosahováno v zatížení smykem, nejmenší hodnoty jsou při odlupování. Lepený spoj se konstruuje tak, aby hlavní namáhání bylo smykové, případně tahové. U navrhování lepeného spoje se snažíme především o to, aby nevznikaly síly namáhající spoj na odlupování. Při lepení musíme vzít v úvahu i časové požadavky působení zatížení. Pomocí lepení můžeme vytvořit jak pevný, tak i pružný spoj podle požadované aplikace. Jak je vidět z obr. 2.3-4. při kombinaci lepeného a svařovaného spoje dosáhneme při nárazové zkoušce nejlepších výsledků.



*Obr.2.3-4 Nárazová zkouška kolmo na profil. Použití svařovaného, lepeného a kombinovaného spojení. [4]*

## 2.4 Rozdělení lepidel

V současné době neexistuje jednotné rozdělení lepidel. Lepidla se dělí podle mnoha hledisek. Při výběru lepidel pro konstrukční zadání se řídíme požadavky, které jsou kladeny na budoucí provoz lepeného spoje.

### 2.4.1 Základní rozdělení

Rozdělení lepidel v technické praxi zohledňuje mnoho ukazatelů, jedno z hlavních dělení je dle chemického složení. Podle původu základní složky je pak možno lepidla rozdělit na syntetická a přírodní. Syntetická dělíme na lepidla na bázi reaktoplastů, termoplastů, elastomerů (kaučuková) a směsná. Přírodní pak dále na organická a anorganická.

#### Dle způsobu vytváření lepeného spoje [1]

- *Roztoková nebo disperzní*-tuhnou vsáknutím a odpařením rozpouštědel
- *Citlivá na tlak*-lepící pásy, spoj vznikne po lehkém přitlačení
- *Tavná*-spoj vznikne ztuhnutím taveniny
- u těchto tří druhů lepidel nelze mluvit o vytvrzování, jedná se spíše o tuhnutí
- *Vytvrzující chemickou reakcí*-dle teploty vytvrzovací reakce (studená ; horká)
- u většiny studených lepidel lze vytvrzovací čas zkrátit zvýšením teploty





### Dle dodací formy lepidla [1]

- *Jednosložková (1-K)*-jsou technologicky výhodnější, protože nejsou tolik náročná na pracovní kázeň. Pokud se vytvrzují za laboratorní teploty mají omezenou dobu skladování. Dodávají se jako tyčinky, pasty, roztoky. Při tvoření spoje za zvýšené teploty se používají často prášky, které tají při dopadu na rozehřátý kov. Studená jednosložková lepidla mívají většinou některé pevnosti spojů omezeny. Většina lepidel se dodává v tubách a slepené spoje se vytvrzují za zvýšené teploty. K jednosložkovým lepidlům patří lepicí folie.

- *Dvousložková (2-K) a vícesložková*-vytvrzující chemickou reakcí mezi jednotlivými složkami. Dvousložková lepidla se používají spíše studená.

### Dle principu tuhnutí ve spoji [2]

- *Lepidla roztoková tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody*
- *Lepidla disperzní tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody (latexy)*
- *Lepidla roztoková tuhnoucí odtěkáním organických rozpouštědel*
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí vlivem zvýšené teploty*
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí vlivem vlhkosti okolního prostředí*
  - a) kyanoakrylátová
  - b) silikonová
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí kontaktem s kovy (akrylátová lepidla)*
- *Lepidla reaktivní tuhnoucí přidáním tvrdidel*
  - a) epoxidová
  - b) polyuretanová
- *Lepidla tavná*
- *Lepidla stále lepivá citlivá na tlak*

### Dle konzistence

- *Pevná* (lepicí folie)
- *Polopevná* (trvale lepivé hmoty)
- *Tekutá* (roztoky, disperze, pasty, pěny)

### Dle pružnosti lepeného spoje [7]

- *Tuhé*
- *Pružné*



## 2.4.2 Současné rozdělení lepidel dle výrobců

Rozdělení lepidel je podle výrobních programů jednotlivých firem, které se zabývají výrobou lepidel. Automobilový průmysl je významným spotřebitelem lepidel, tudíž firmy vyrábějící lepidla úzce spolupracují s automobilkami. V současné době každý výrobce lepidel používá svoje označení. Dále jsou stručně představeny někteří významní výrobci lepidel.

### Lepidla vyráběná firmou Sika [8]

Firma Sika má rozdělení dle technologií jimiž se lepidlo vyrábí a pro jaké aplikace je lepidlo určeno (např. konstrukční lepidla, teplem urychlovaná lepidla, flexibilní lepidla, laminární lepidla, tavná lepidla, UV lepidla, apod.)

### Rozdělení strukturních lepidel firmou Dow Automotive [9]

Firma Dow dělí svá lepidla:

- a) dle aplikačních vlastností (crashová lepidla, semi-crashová lepidla, standardní lepidla)
- b) dle mechanických vlastností lepeného spoje
- c) dle druhu polymeru, jenž je základem pro lepidlo

### Lepidla od firmy Henkel [10]

Firma Henkel lepidla dělí dle způsobu vytvrzení a zda jsou lepidla reaktivní či nikoliv. Tato firma se zabývá výrobou lepidel pro široké použití.

## 2.5 Koroze kovů

Korozi lze definovat jako samovolně probíhající proces, který je nevratný. Jde o postupné narušování a znehodnocování materiálu. Jedná se o chemický, nebo chemickofyzikální proces materiálu s prostředím, který zapříčiňuje tvorbu korozních zplodin a důsledkem je ovlivnění spolehlivosti materiálu. Korozi trpí i nekovové materiály. Poškozování materiálu může být rozdílné, od změn lesku až po celý rozpad. [11]



Samovolný korozní proces je způsobován tím, že korozní systém materiál - prostředí směřuje do neuspořádanějšího stavu s menší volnou entalpií. Tato samovolná reakce je znakem, který korozi odlišuje od jiných, třeba podobných, ale žádoucích reakcí jako např. leptání. Korozi kovů může probíhat dvěma základními způsoby, a to jako: [11]

- **Chemická koroze kovů**

Jde o samovolnou vzájemnou interakci kovu s korozním prostředím, při které oxidace kovu a redukce oxidující složky prostředí probíhají současně. Při působení suchých plynů na kovové materiály, jde o chemickou korozi. Rozšířená a technicky významná je chemická koroze kovů v plynech za vyšších teplot. Ke korozi za vyšších teplot dochází nejen v prostředích obsahující kyslík, vzduch, oxidy uhlíku, síry nebo dusíku, ale i účinkem jiných plynů (halogeny).

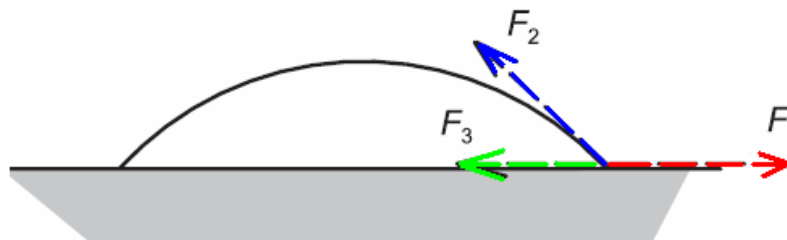
- **Elektrochemická koroze kovů**

Tato koroze probíhá ve významných a rozšířených korozních prostředích jako je voda, roztoky kyselin, zásad, solí apod. Hlavní příčinou koroze kovů je termodynamická nestabilita kovu v korozním prostředí při daných podmínkách. Ponoří-li se kov do vodného prostředí, stává se elektrolytem.

## **2.5.1 Koroze a pevnost lepeného spoje**

Pevnost lepeného spoje vychází z adheze mezi substrátem a lepidlem. Adhezní síly vznikají díky elektrostatickému působení a chemickým vazbám mezi lepidlem a substrátem. Model vztahů mezi lepidlem a substrátem ukazuje obr.2.5.1-1, kde je lepidlo považováno za viskózní, avšak stále tekutou hmotu nemajíc předem definovaný tvar. Tento model vyžaduje, aby lepidlo bylo elektrolyticky nevodivé a naopak, substrát měl kovové inertní elektrody. Na substrát je nanесena kapka lepidla. V tomto modelu se vyskytují tři fázová rozhraní a s nimi spojené mezifázové síly:  $F_1$ -povrchové napětí mezi substrátem a okolím,  $F_2$ -síla mezi lepidlem a okolím,  $F_3$ -síla substrátem a lepidlem. Adheze lepidla je řízena těmito mezifázovými silami a odpovídajícími povrchovými energiemi. [12]

Zranitelnost lepených spojů leží mezi fázemi substrát a lepidlo, kde může být nejvíce spoj napadán různými látkami z okolí. Ostatní dvě složky síly jsou také částečně okolím ovlivněny.



*Obr.2.5.1-1 Síly působící na mezifázi v soustavě pevný materiál – elektrolyt - inertní kapalina. [12]*

Pro vysvětlení koroze předpokládejme, že prostředí je kapalný elektrolyt. Na rozhraní substrátu a elektrolytu se ustaví nějaký elektrodový potenciál a síla  $F_1$  může výrazně klesnout. Povrchové napětí tohoto rozhraní je silně ovlivněno aktuální hodnotou tohoto elektrodového potenciálu. Při skutečné kapalině, by se kapka stáhla působením ostatních dvou povrchových sil, aby povrch mezifázi mezi kapkou a substrátem byl co nejmenší. U lepidla to není možné a důsledkem snížení síly  $F_1$  je vtahování elektrolytu mezi lepidlo a substrát, tak jak to vyžaduje síla  $F_3$ . Z toho vyplývá, že se může hodně snížit adheze lepidla k substrátu. Tam kde se spojují různé kovy tvoří lepidlo izolační film a zabraňuje kontaktní korozi. [12]

## 2.5.2 Ochrana proti korozi kataforézou

### Kataforetické lakování [13]

Kataforéza je vysoce efektivní, ale i ekologický způsob lakování patřící k nejehospodárnějším způsobům lakování ocelových, pozinkovaných a hliníkových výrobků. Při této technologii se podstatně zvýší užité vlastnosti výrobků, především protikorozní ochrana. Jedná se o metodu nanášení vodou ředitelných laků elektrochemickým způsobem. Lázeň obsahuje 80-90% vody, teplota lázně je 31-33°C. Při kataforéze se používají kationické nátěrové hmoty na bázi epoxidů, nebo akrylátů (ve vodě rozpustné) s velmi nízkým obsahem organických rozpouštědel (okolo 2 %) obsahující částice laku ve formě polymerních kationtů.

Kataforézním lakem se opatřují celé konstrukce a karoserie vozidel viz. obr.2.5.2-1, či jednotlivé výrobky. Při lakování je výrobek ponořen do lakovací lázně a zapojen jako katoda. Umístěním stejnosměrného napětí mezi výrobek a protielektrodu (anodu) se vytvoří elektrické pole, které usměrní pohyb polykationtů směrem ke katodě. Na povrchu výrobku se vylučují hydroxylové ionty. S narůstající tloušťkou povlaku roste odpor vrstvy a tím klesá rychlost vylučování. Vylučování pokračuje přednostně na místech s doposud malou tloušťkou vrstvy (v místech stíněných, v dutinách apod.). Tím dochází k tvorbě velmi rovnoměrného povlaku na celém povrchu včetně těžko přístupných míst. Po dosažení určité tloušťky povlaku na celém povrchu se další vylučování zastaví. Tloušťka závisí především na velikosti použitého napětí, běžně se tloušťka pohybuje mezi 15 a 30  $\mu\text{m}$ , při extrémních požadavcích až okolo 45  $\mu\text{m}$  (tzv. silnovrstvá kataforéza). Elektroliticky vyloučená vrstva pevně lne k podkladu, přebytečný lak se opláchne. Povlak je nutno vypálit při teplotách okolo 160° C až 180°C, kdy dochází k polymeraci a povlak získává konečné vlastnosti. Vzhledem k náročnosti změny odstínu se používá kataforéza především k základním vrstvám, kde vrchní povlak je možné vytvořit práškovým nebo mokrým lakováním. Použití této kombinace dochází ke značnému prodloužení životnosti výrobku a lakované vrstvy. [13]



*Obr.2.5.2-1 Skelet karoserie autobusu kataforézně lakovaného. [14]*

**Hlavní oblasti použití kataforézního základování: [13]**

- dopravní prostředky ( karosérie, odnímatelné díly)
- domácí spotřebiče (pračky, ledničky)
- elektrické přístroje
- radiátory, klimatizační zařízení, ventilátory
- stavební komponenty, kovový nábytek

## 2.6 Zkoušky lepených spojů

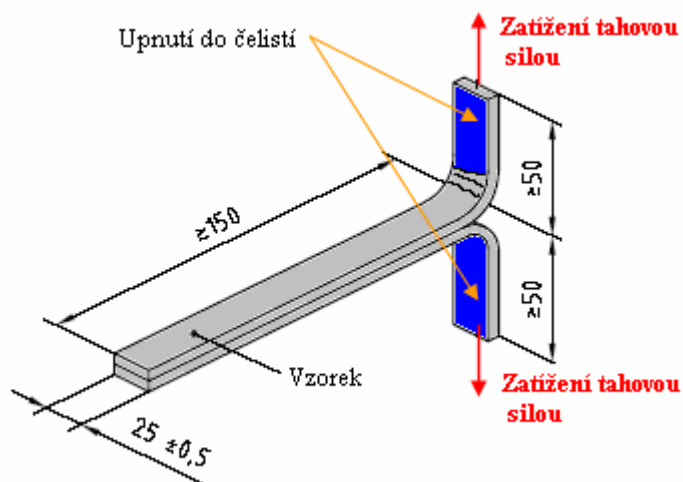
Dále jsou uvedeny základní statické zkoušky pro hodnocení lepených spojů a dynamická zkouška lepených spojů. Statické zkoušky jsou v odlupování dle ISO 11339 a ve smyku dle PV 12.35, dynamická zkouška je štípání pomocí klínu rázem dle ISO 11343. Jedná se o základní statické zkoušky používané pro hodnocení lepených spojů v automobilovém průmyslu. Rázová zkouška hodnotí lepené spoje s ohledem na jejich vliv na crashové chování automobilů. U rázové zkoušky se vyhodnocuje síla na jednotku šířky vzorku a označení hlavních typů porušení lepeného spoje dle ISO 10 365.

### 2.6.1 Zkouška v odlupování

Přesný název normy ČSN EN ISO 11339 je: *Lepidla - T-Zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů* [15]. Pomocí této zkoušky se hodnotí pevnost lepidla v odlupování měřením odlupovací síly slepů ve tvaru T vytvořeného ze dvou ohebných adherendů.

#### Zkušební vzorky:

Každý vzorek se musí skládat ze dvou pevných adherendů řádně připravených a slepených k sobě. Používají se vzorky dle obr.2.6.1-1. Povrchová úprava musí být taková, aby bylo dosaženo optimální pevnosti. Obě části vzorku musí být ohnuty v opačném směru, dokud každý konec není kolmo na lepený spoj, čímž se vytvoří T-tvar viz. obr. 2.6.1-1, pro upnutí v čelistech.



Obr.2.6.1-1 Slepý vzorek určený k loupání s vyznačeným směrem zatěžování.

[15]

**Postup zkoušky:**

Upnout T-tvar se upne do čelistí obr.(2.6.1-1) testovacího stroje, tak aby napětí bylo uplatněno rovnoměrně po celé šířce vzorku. Stroj zaznamenává sílu a vzdálenost posunutí. Pokračovat v testu až do doby, dokud nejsou adherendy odděleny od sebe. Rychlost zatěžování je 100 mm/min.

**Vyhodnocení zkoušky:**

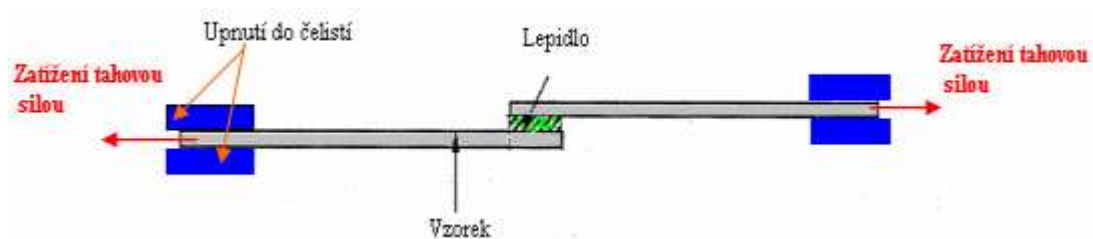
Vyhodnocení a zkušební protokol se provádí dle normy. Vyhodnocuje se především střední odlupovací síla, někdy též střední odlupovací pevnost v N/mm šířky pro každý vzorek. Výsledky zkoušky se doplňují o procentuelní zastoupení hlavních typů porušení lepeného spoje dle ISO 10 365.

**2.6.2 Zkouška pevnosti ve smyku**

Přesný název normy PV 12.35 je: *Lepidla – Zkouška pevnosti ve smyku* [16]. Tato norma předepisuje postupy zkoušky pevnosti ve smyku různých lepicích hmot, ve stavbě karoserií, v lakovně a na montáži. Postupy mohou být použity i pro hmoty podobné lepicím, jako jsou strukturní pěny.

**Zkušební vzorky:**

Pro každou zkoušku musí být vzorky ze stejného materiálu se stejnou jakostí povrchu. Každý vzorek se musí skládat ze dvou pevných adherendů. Vzorky jsou minimálně 120mm dlouhé a 25mm široké, tloušťka plechu od 0,7 do 0,9mm. Tloušťka lepidla je u strukturního lepidla 0,2mm, u výplňového lepidla 2mm. Používají se vzorky dle obr.2.6.2-1.



Obr.2.6.2-1 Splepený vzorek pro zkoušku pevnosti ve smyku s vyznačeným směrem zatěžování. [16]



### **Postup zkoušky:**

Vzorky jsou rovnoběžně vloženy do tahového zařízení a upnuty do čelistí obr. 2.6.2-1. Rychlost zatěžování je 50mm/min. Zkušební lepená plocha je určena z délky přesazení a šířky vzorku. Pokud délka přesazení není přesně měřitelná, je možno ji změřit až po zkoušce.

### **Vyhodnocení zkoušky:**

Vyhodnocení a zkušební protokol se provádí dle normy. Ve zkušební zprávě je hodnota  $\tau_{\max}$  (pevnost ve smyku) a procentuelní vyjádření typu porušení ISO 10 365.

## **2.6.3 Hodnocení rázové zkoušky lepených spojů**

Dále je uvedeno zkoušení lepených spojů pomocí dynamické zkoušky. Jedná se o zkoušku ke stanovení dynamické odolnosti vysoce pevných slepů vůči štípání rázem pomocí klínu. U této zkoušky se vyhodnocuje pevnost lepidel ve štípání. Po provedení této zkoušky se dále určuje typ porušení lepeného spoje.

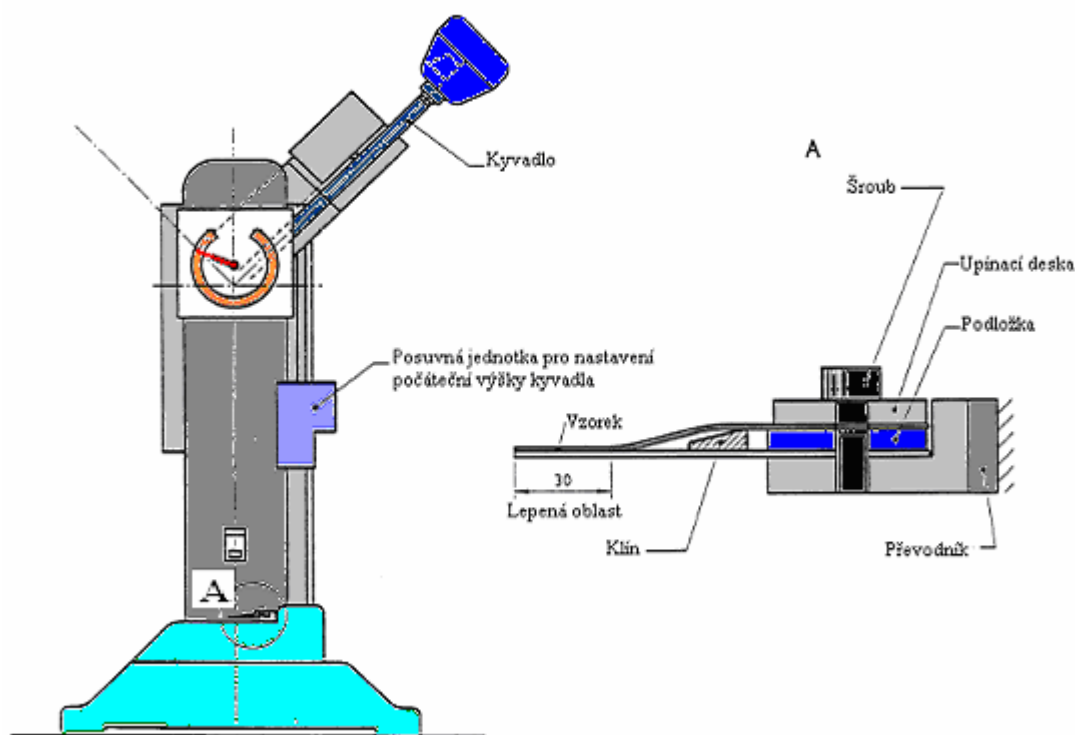
### **2.6.3.1 Stanovení dynamické odolnosti vůči štípání rázem**

Přesný název podle normy ČSN EN ISO 11343 je: *Stanovení dynamické odolnosti vysoce pevných slepů vůči štípání rázem-metoda štípání rázem pomocí klínu* [17]. Používá se často v automobilovém průmyslu.

### **Princip zkoušky:**

Tato metoda spočívá ve stanovení průměrného štěpného odporu, vyjádřeného jako síla, nebo energie. Dynamickým odporem ke štěpení se rozumí síla na jednotku šířky, nezbytné k tomu, aby lepidlo selhalo pomocí klínu pohybujícího se mezi dvěma slepenými substráty. Štěpení odpovídá oddělení dvou substrátů klínem, který se pohybuje vysokou rychlostí a jehož posunutí je iniciováno dopadem kyvadla. Vyjadřuje se v (N/mm šířky).





Obr.2.6.3.1-1 Zařízení s kyvadlem a upnutým vzorkem. [17]

#### Zkušební zařízení:

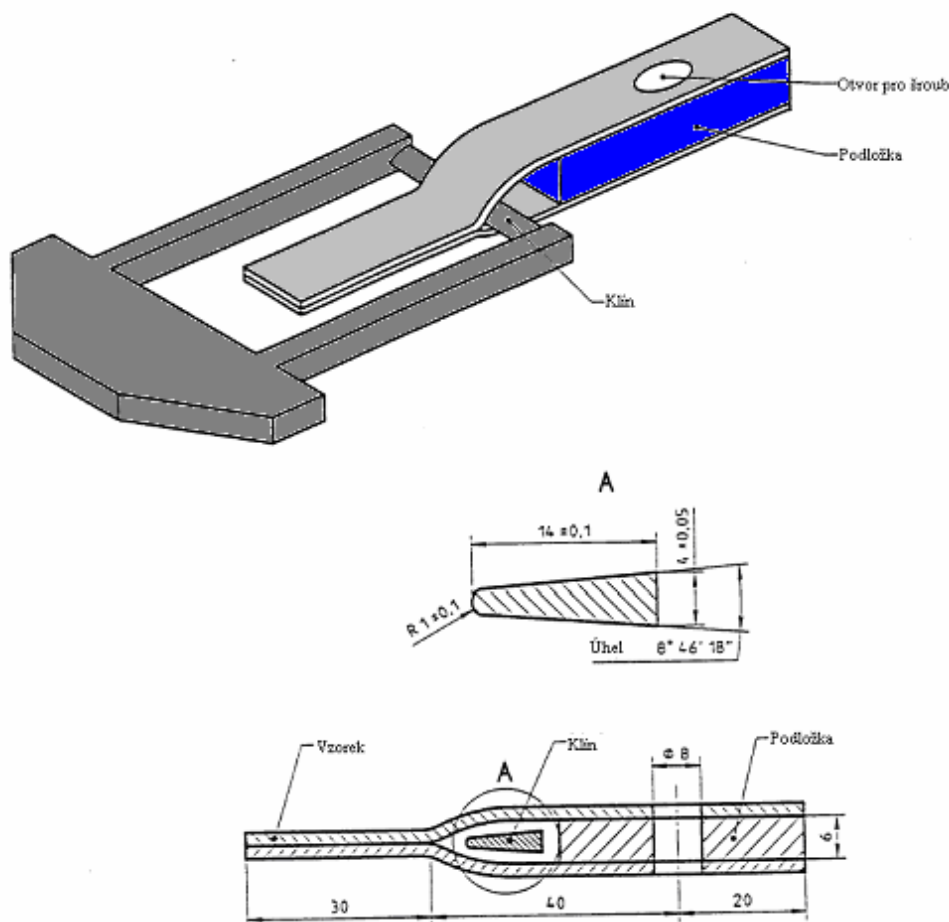
Zařízení uplatňuje vliv energie od 50 J do 300 J a rychlosti nárazu od 3 m/s až do 5,5 m/s. Jedná se o přístroj vybavený vhodnými čelistmi, kterými se vzorek pevně upne. Na konci vzorku je otvor, skrz který se šroubem o průměru 8 mm upne vzorek do kalených čelistí. Zařízení s kyvadlem a upnutým vzorkem je znázorněno na obr.2.6.3.1-1.

Zařízení musí být vybaveno přístrojem schopným zaznamenávat a ukládat data v průběhu zatěžování, v závislosti na čase, nebo posunutí klínu. Zařízení je vybaveno počítačem, který provede potřebné výpočty pro vyjádření výsledků.

#### Štípací klín:

Klín je vyroben z tvrzené oceli pro štípání vzorků. Existuje provedení se symetrickým klínem a provedení s asymetrickým klínem. Pokud jsou substráty stejné, bude použit symetrický klín obr.2.6.3.1-2. Kde jsou substráty o různých tloušťkách, nebo kde substráty jsou z různého materiálu, musí být použit asymetrický klín obr. 2.6.3.1-3. Klín je tažený skrz lepidlo, síly jsou přenášeny do rámu. Povrch

klínu a prostor mezi lepenými plechy musí být čistý a kontrolovaný před každým testem, protože nečistoty by zvyšovaly tření a tím spotřebovanou energii.

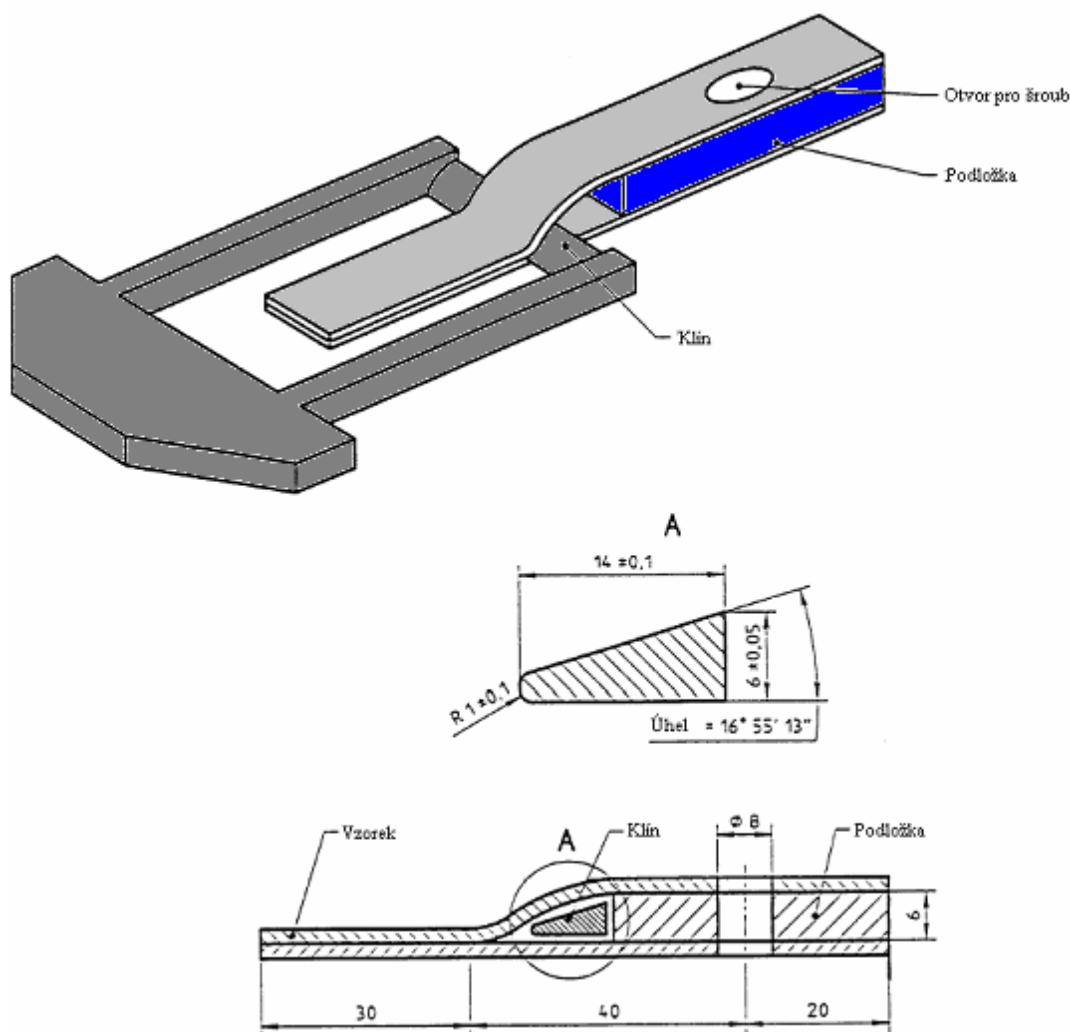


Obr.2.6.3.1-2 Symetrický klín. [17]

Klín je v nosném rámu, který se skládá ze dvou paralelních ocelových tyčí, které jsou pevně spojeny s klínem. Pro příjem rázu kyvadla je rám s klínem opatřen rozšířením. Cesta dopadu hlavy kyvadla na klín a upnutý zkušební vzorek je vidět na obr. 2.6.3.1-4.

### Zkušební vzorky:

Rozměry vzorků jsou 90mm x 20mm s tloušťkou dle zkoušeného materiálu. Vzorky se skládají ze dvou slepených částí. Vzorky musí být náležitě připraveny a slepeny dohromady.



Obr. 2.6.3.1-3 Asymetrický klín. [17]

Povrchová úprava musí být taková, aby byly dosaženy výsledky odpovídající skutečnému provozu. Všechny vzorky musí být stejně ošetřeny např. olejem.

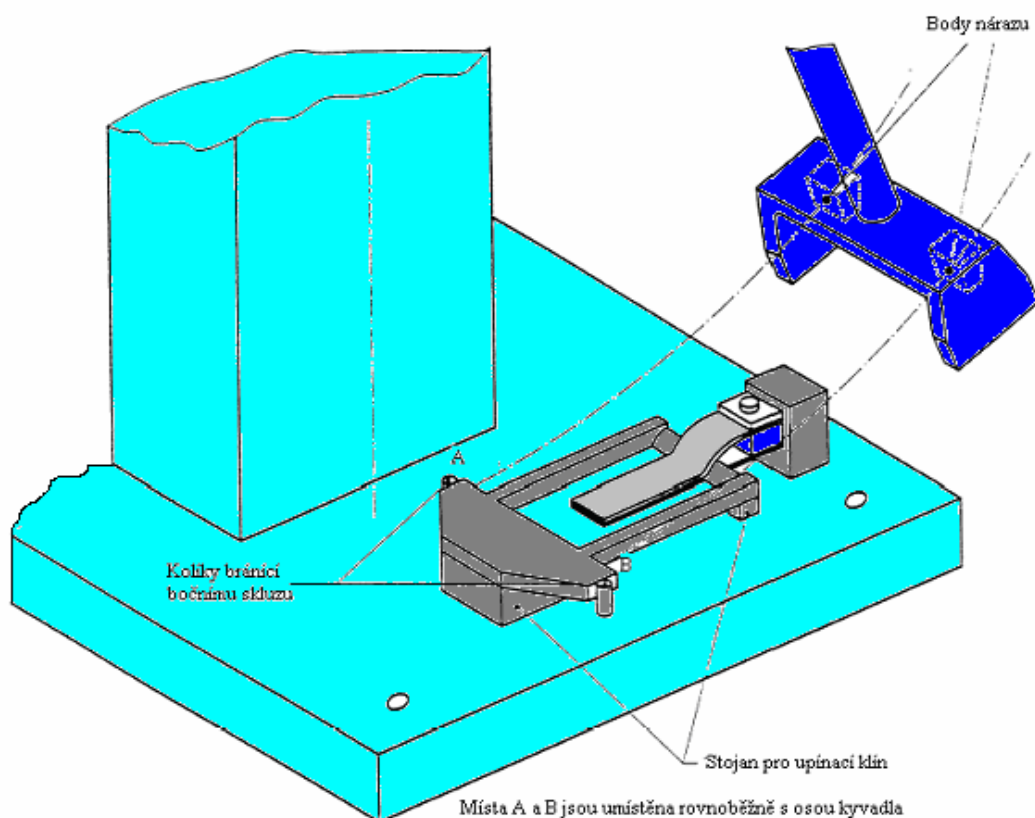
Lepidlo musí být používáno v souladu s návodem výrobce, aby bylo dosaženo optimálních výsledků s minimálními odchylkami. Přímé srovnání různých lepidel lze provést pouze v případě, že vzorky, rozměry a zkušební podmínky jsou totožné. Tloušťka substrátu musí být zvolena podle průmyslové výroby a spadá do rozmezí 0,6mm až 1,7mm. Vzorek musí být připraven individuálně.

Šířka vzorku musí být buď:

a) 20mm (preferované )

b) jakákoliv jiná vhodná šířka, za předpokladu, že zkušební zařízení je vhodně přizpůsobeno a šířka vzorku je uvedena v protokolu o zkoušce

Počet vzorků, které mají být testovány je pět a více. Tloušťka lepicí vrstvy by měla být s přesností 0,01 mm, tloušťku lepidla můžeme zajistit pomocí distančních tělísek. Tloušťka lepidla je 0,2 mm.



Obr. 2.6.3.1-4 Schéma dopadu kyvadla na klín s upnutým vzorkem. [17]

### Zkušební postup:

Vložit do vzorku klín, celé vložit do upínacího zařízení, znázorněno na obr.2.6.3.1-4. Klín musí být umístěn v ose kyvadla. Smontovat upínací přípravek a utáhnout šroub. Odjistit kyvadlo z horní pozice. Během nárazu převodník signálu automaticky zachytí a zaznamená síly, čas posunutí. S daty může být následně manipulováno odděleně.

Nezapočítávat výsledek, pokud upínací otvor pro šroub je protáhlý, to naznačuje, že upínací tlak je nedostatečný.



### **Vyjádření výsledků:**

Vypočítat průměrnou sílu při štípání z evidence: síla-čas, nebo síla-pootočení kyvadla. Údaje o průběhu zkoušky, bez ohledu na prvních 25% a posledních 10% křivky. Průměrná štěpnost bude vyjádřena podle šířky vzorku. Stanoví se hodnota dynamické odolnosti vyjádřena jako síla na jednotku šířky  $F_s$  v N/mm šířky. Pomocí počítače spočítáme energii vyjádřenou v J/mm šířky vzorku integrací dat síla-čas, nebo síla- pootočení kyvadla, mezi prvními 25% a posledními 10% křivky.

### **2.6.3.2 Označení hlavních typů porušení lepeného spoje**

Tato mezinárodní norma ČSN ISO 10 365 uvádí označení hlavních typů porušení lepeného spoje [18], lze ji použít pro všechny mechanické zkoušky lepených spojů, bez ohledu na povahu adherendů a lepidla, tvořící lepený spoj.

#### **Použití:**

Označování typu porušení lepeného spoje se používá při klasifikaci typu porušení za účelem lepšího posouzení výsledku mechanické zkoušky adheze lepeného spoje, který je obvykle vyjádřen kvantitativně naměřenou hodnotou. Objeví-li se více než jeden typ porušení, uvede se za každým označením procentuelní vyjádření jednotlivého typu porušení.

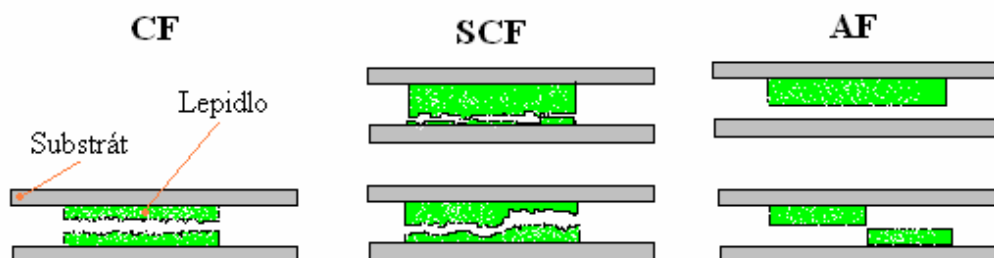
#### **Druhy porušení:**

Vznikající vady ve spoji lze rozdělit na adhezní (AF), kohezní (CF), nebo kohezní lom na hranici substrátu (SCF). Druhy porušení jsou znázorněny na obr.2.6.3.2-1.

Adhezní porušení (AF) - prasknutí lepeného spoje, které se zjevně projeví oddělením na rozhraní lepidlo / adherend. Adhezní pevnost je určena velikostí molekulární přitažlivosti lepidla k adherendu na rozhraní lepidlo / adherend. Tato adhezní pevnost spoje je určena silami mezi molekulami lepidla a adherendu a je dána hlavně úpravou povrchu adherendu. V automobilovém průmyslu je adhezní porušení (AF) povoleno pouze do 10%.

Kohezní porušení (CF) - prasknutí lepeného spoje, při kterém se oddělení zjevně projeví buď v lepidle nebo v adherendu. Kohezní pevnost spoje je určena

spojením molekul lepidla, je dána modulem pružnosti ve smyku a tahu lepidla, vytvrzovací teplotou, tlakem během vytvrzování. Kohezní lom je z hlediska pevnosti spoje nejpříznivější.



Obr.2.6.3.2-1 Znárodnění základních typů porušení lepeného spoje.

## 2.7 Crash testy automobilů

Jedná se o bariérové testy nárazu vozidel na překážku při přesně definovaných podmínkách. S ohledem na požadavek určité zaručené bezpečnosti osobních automobilů jsou tyto testy prováděny v celosvětovém měřítku. Dle zákona již všechny nové modely aut musí složit určité zkoušky bezpečnosti před tím, než se začnou prodávat. Provádění crash testů ve světě zajišťuje několik organizací, kde se jednotlivé testy liší. [19]



Obr.2.7-1 Crash test provedený za stejných podmínek počítačovou simulací a skutečným nárazem. [19]



Standardní testovací procedura v Evropě se řídí dle organizace Euro-NCAP. Čelní náraz se provádí při rychlosti 56 km/h, nebo 64 km/h (záleží na normě), vůz narazí do bariéry. Boční náraz se provede, že do stojícího vozidla zleva narazí bariéra rychlostí 62 km/h. Náraz na kůl se provádí tak, že v rychlosti 29 km/h zleva pronikne do vozu tyč o průměru 25,4 cm. Spousta akcelerometrů, které měří zrychlení jsou umístěny na voze i na figurínách. Dále se používají senzory pohybu a zatížení. Vysokorychlostními kamerami (1000 snímků za vteřinu) je celý test natáčen, to vyžaduje dobré osvětlení. Dále je nutné, aby auto mělo matný nátěr, aby se světlo neodráželo od laku. Cílem výrobců je eliminovat ničení nových prototypů a bariérové testy nahradit plně virtuálními modely. Počítačová simulace ale plně nenahradí opravdový crash test, proto se provádí obě metody viz obr.2.7-1. Pevnostní lepidla, někdy též crashová lepidla, mají již výrazný podíl na tuhosti a bezpečnosti karoserie automobilu a do značné míry ovlivňují i výsledky prováděných crash testů.

*Základní typy crash testů:*

- čelní náraz
- boční náraz
- náraz na kůl
- náraz zezadu

Vývoj v této oblasti jde neustále dopředu, počítá se s tzv. chytrými airbagy, které budou reagovat dle toho jak velký a těžký člověk sedí na sedačce. Inteligentní bezpečnostní pásy by měly brát v úvahu velikost člověka, jeho polohu a dle toho přizpůsobit sílu v pásu. Pro ochranu chodců je vhodné umisťovat měkké části do nárazníku a chladiče, či airbag pod kapotou, aby při střetu s chodcem došlo k co nejmenšímu poškození chodce. Znalost chování lepených spojů při vyšších rychlostech zatěžování (při nárazu) je nutná pro zvládnutí a podchycení vstupních podmínek pro simulaci bariérových testů. Bez těchto hodnot již zmiňované virtuální testy nelze provádět a verifikovat dosavadní možnosti. [19]



## 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### Zaměření a cíl práce:

Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv technologických předúprav a druh jednotlivých lepidel na rázovou pevnost lepených spojů. Předúpravou se rozumí způsob vytvrzení lepidel. Lepidla se budou zkoušet na vzorcích skládajících se z plechu opatřeným mazivem a různým druhem lepidla. Pro jednoduchost a lepší srovnatelnost výsledků se bude pracovat s jedním druhem substrátu. Bude se používat žárově zinkovaný plech tloušťky 0,8mm (plech typu HDG), který se postupně bude lepit sedmi lepidly.

Vytvrzení lepidel bude provedeno dvěma různými způsoby:

- a) v laboratoři TUL při teplotě 180°C po dobu 20 minut v sušárně*
- b) ve firmě Škoda auto a.s. – Mladá Boleslav v kataforézní lázni*

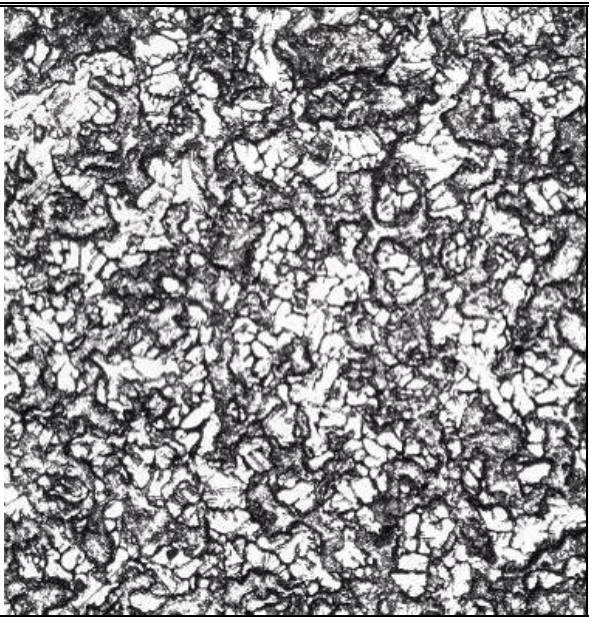
Pro hodnocení vlivu vytvrzení na kvalitu lepených spojů bude použito metody štípání lepených spojů klínem dle ISO 11343. Vyhodnocována bude střední pevnost ve štípání a dále charakter porušení lepených spojů dle ČSN ISO 10 365 v závislosti na podmínkách vytvrzování vzorků..

## 3.1 MATERIÁLY A JEJICH CHARAKTERISTIKA

### 3.1.1 Použitý substrát

Pro měření byl použit materiál DX54 DZ100. Jedná se o nízkouhlíkový hlubokotažný materiál který se používá při výrobě karosářských výlisků. Tloušťka materiálu je 0,8 mm. Zkoušený plech má na povrchu protikorozi ochranu ve formě žárově naneseného zinkového povlaku. tzv. HDG. Množství zinku na povrchu je 100 g/m<sup>2</sup>. Materiálový list substrátu je v příloze 1. V tabulce 3.1.1-1 jsou uvedeny mechanické vlastnosti použitého substrátu dle specifikace výrobce a povrch substrátu (zvětšeno 4x). Povrch substrátu byl snímán pomocí mikroskopu s digitální kamerou Leica obr. 3.1.1-1.



HDG	$R_{p0,2} = 160 \div 180 \text{ [MPa]}$ $R_m = 265 \div 285 \text{ [MPa]}$ $A_{80mm} > 24 \text{ [%]}$	
-----	--	--

Tab. 3.1.1-1 *Mechanické vlastnosti a povrch zkoušeného substrátu.*



Obr. 3.1.1-1 *Světelný mikroskop Leica s digitální kamerou k hodnocení struktury materiálů.*

### 3.1.1.1 Statická zkouška tahem

Pro další měření bylo potřeba znát údaje charakterizující mechanické vlastnosti materiálu. Vyhodnocována byla mez kluzu, mez pevnosti a tažnost zkoušeného materiálu. K získání těchto dat se použilo statické zkoušky tahem (ČSN EN 10002-1) [20]. Ze zkoušeného plechu se nastříhaly vzorky ve směru válcování plechu – směr 0°. Měření se provedlo na trhacím stroji (TEST 2300) obr. 3.1.1.1-1. Protokol ze statické zkoušky tahem je uveden v příloze 2.



*Obr.3.1.1.1-1 Trhací statické zařízení TIRA TEST 2300.*

Zkouška byla provedena pro pět vzorků. Počáteční rozměry vzorku byly:

- měřená délka před zatížením  $L_0 = 80 \text{ mm}$
- počátečním průřezem  $S_0 = 16 \text{ mm}^2$  (0,8x20 mm)

Velikost deformace byla změřena externím elektrickým průtahoměrem, který je součástí stroje. Naměřené hodnoty byly zpracovány pomocí softwaru LabNet. Zkušební tyč před zkouškou a po provedení tahové zkoušky je na obr. 3.1.1.1-2.

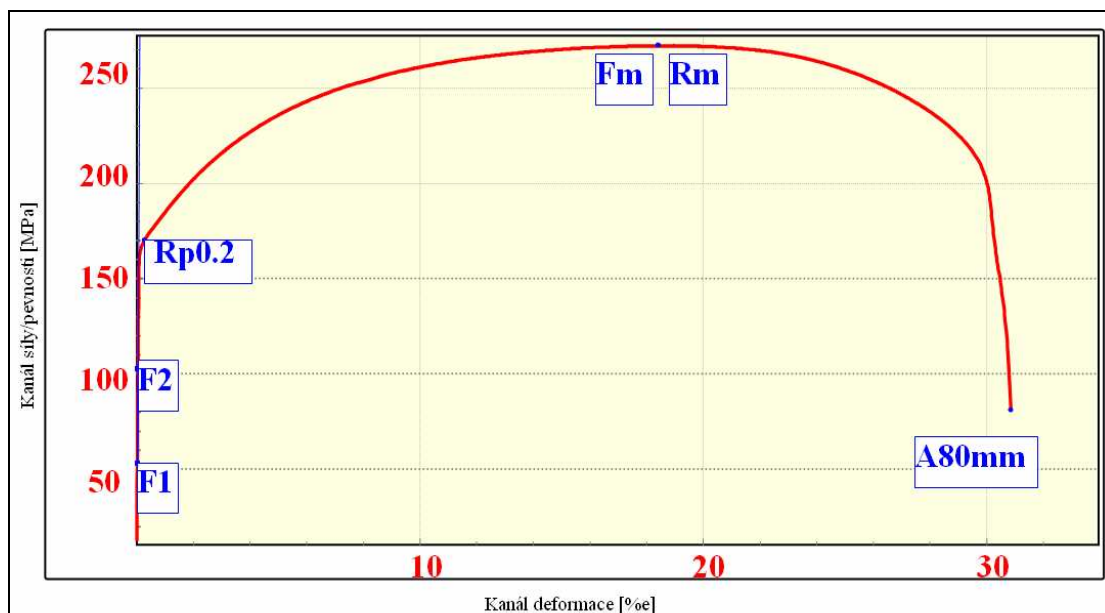


*Obr. 3.1.1.1-2 Zkušební tyč před a po provedení tahové zkoušky.*

V tab.3.1.1.1-1 jsou uvedeny hodnoty středních aritmetických průměrů spolu s výběrovými směrodatnými odchylkami meze kluzu, meze pevnosti a tažnosti. Na obr. 3.1.1.1-3 je ukázka pracovního diagramu zkoušky tahem.

Tab.3.1.1.1-1 Hodnoty mechanických vlastností plechu typu DX54 DZ100.

	$R_{p0,2}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	$A_{80}$ [%]
<b>Průměrná hodnota <math>\bar{x}_s</math></b>	<b>169,5</b>	<b>274,9</b>	<b>30,9</b>
<b>Směrodatná odchylka <math>s</math></b>	3,9	3,2	0,2



Obr. 3.1.1.1-3 Pracovní diagram zkoušky tahem.

### 3.1.2 Použitá lepidla

Zde použitá lepidla jsou speciálně vyvinuta pro automobilový průmysl pro lepení kovů, lepidla jsou navržena jako odolná vůči znečištění povrchu oleji. Pro zkoušení bylo vybráno sedm druhů jednosložkových lepidel. Jedná se o crashová lepidla, na bázi epoxidu, epoxidu-PVC, syntetického kaučuku atd. Všechna použitá lepidla jsou teplotně vytvrditelná. Lepidla jsou od firem Dow Automotive, Sika, Henkel. Dále jsou uvedeny základní vlastnosti lepidel, ostatní vlastnosti jsou uvedeny v materiálových listech lepidel v přílohách 3 - 9.



➤ **Betamate 1496F**

Lepidlo vyrábí firma Dow Automotive. Jedná se o strukturální jednosložkové lepidlo na bázi epoxidové pryskyřice, speciálně vyvinuté pro karoserie automobilů.

*Lepidlo Betamate 1496F má následující vlastnosti:*

**Základ:** epoxid

**Barva:** tmavě modrá

**Viskozita:** 160 Pa.s (při 45°C)

**Hustota:** 1,19 g/cm<sup>3</sup> (při 23°C)

**Podmínky vytvrzování:** > 140 °C/30 min., standardní podmínky 180 °C/30 min

**Pevnost v tahu (EN ISO 527-1):** 31 MPa

**Odolnost proti olupování při úderu (ISO 11343):** 41 N/mm (CRS 1403, 1,0 mm, 23 °C, 2 m/s)

➤ **Betamate 1040**

Lepidlo vyrábí firma Dow Automotive. Jedná se o strukturální jednosložkové lepidlo na bázi epoxidové pryskyřice, speciálně vyvinuté pro karoserie automobilů.

*Lepidlo Betamate 1040 má následující vlastnosti:*

**Základ:** epoxid

**Barva:** světle modrá

**Viskozita:** 140 Pa.s (při 45°C)

**Hustota:** 1,23 g/cm<sup>3</sup> (při 23°C)

**Podmínky vytvrzování:** > 140 °C/30 min., standardní podmínky 180 °C/30 min

**Pevnost v tahu (EN ISO 527-1):** 50 MPa

**Odolnost proti olupování při úderu (ISO 11343):** 20 N/mm (CRS 1403, 1,0 mm, 23 °C, 2 m/s)

➤ **Betamate 5096**

Lepidlo vyrábí firma Dow Automotive. Jedná se o strukturální jednosložkové lepidlo na bázi syntetického kaučuku.

*Lepidlo Betamate 5096 má následující vlastnosti:*

**Základ:** syntetický kaučuk

**Barva:** růžová

**Viskozita:** 150 Pa.s (při 45°C)

**Hustota:** 1,5 g/cm<sup>3</sup> (při 23°C)

**Podmínky vytvrzování:** minimální 165 °C/20 min., maximální 220 °C/60 min

**Pevnost v tahu (DIN 53504):** 16 MPa

**Odolnost proti olupování při úderu (ISO 11343):** 15 N/mm

**Odolnost proti olupování (ISO 11339):** 4 N/mm



➤ **Betaguard RB 214 BV**

Lepidlo vyrábí firma Dow Automotive. Jedná se o strukturální jednosložkové lepidlo na bázi syntetického kaučuku, s vysokou pevností a odolností proti nárazu.

*Lepidlo BG RB 214 BV má následující vlastnosti:*

**Základ:** syntetický kaučuk

**Barva:** černo-šedá

**Hustota:** 1,5 g/cm<sup>3</sup>

**Podmínky vytvrzování:** minimální 155 °C/25 min., maximální 220 °C/30 min

**Odolnost proti olupování při úderu (ISO 11343):** 10 N/mm, energie 100 – 300 J/m (tloušťka lepidla 0,2mm)

➤ **Sika Power - 492 G**

Lepidlo vyrábí firma Sika. Jedná se o strukturální jednosložkové lepidlo na bázi epoxid - hybrid.

*Lepidlo SP- 492 G má následující vlastnosti:*

**Základ:** epoxid - hybrid

**Barva:** černá

**Viskozita:** 1000 Pa.s (při 50°C)

**Hustota:** 1,3 g/cm<sup>3</sup> (při 23°C)

**Podmínky vytvrzování:** 175 °C/20 min

**Pevnost v tahu:** 30 MPa (CQP 580-5,-6 / ISO 527, 0,8mm, 2mm/min)

**Odolnost proti olupování:** 9 N/mm

( CQP 580-2,-6 / ISO 11339, 0,8mm, 100 mm/min)

**Odolnost proti olupování při úderu** ( CQP 580-3,-6 / ISO 11343, 0,8mm, 2 m/s): 30 N/mm

➤ **Sika Power BFK 5**

Lepidlo vyrábí firma Sika. Jedná se o strukturální jednosložkové lepidlo na bázi epoxid-hybrid.

*Lepidlo SP- BFK 5 má následující vlastnosti:*

**Základ:** epoxid-hybrid

**Barva:** černá

**Viskozita:** 800 Pa.s (při 50°C)

**Podmínky vytvrzování:** 175 °C/20 min

**Pevnost v tahu** (CQP 580-5,-6 / ISO 527, 0,8mm, 2mm/min): 27 MPa

**Odolnost proti olupování:** 8N/mm

( CQP 580-2,-6 / ISO 11339, 0,8mm, 100 mm/min)

**Odolnost proti olupování při úderu:** 30N/mm ( CQP 580-3,-6 / ISO 11343)



### ➤ Terokal 8026GB-25

Lepidlo vyrábí firma Henkel. Jedná se o jednokomponentní lepidlo na kov pro lepení surového plechu bez rozpouštědel, vytvrzované teplem. Lepidlo je na bázi směsi epoxid-PVC, které pro dosažení odolnosti vůči vymývání se před želatinuje při teplotě 80°C. Terokal 8026GB-25 obsahuje skleněné kuličky o průměru 90 až 150 µm, tím je při přitisknutí plechových dílů zajištěna minimální tloušťka vrstvy.

*Lepidlo Terokal 8026GB-25 má následující vlastnosti:*

**Základ:** epoxid - PVC

**Barva:** světle modrá

**Viskozita:** 35 Pa.s (při 20°C)

**Hustota:** 1,53 g/cm<sup>3</sup>

**Podmínky vytvrzování:** > 160 °C/15 min., < 220 °C/15 min

## 3.1.3 Použité mazivo

Na zkoušený substrát byl nanesen olej Anticorit PL 3802-39 S.

Tento olej vyrábí firma Fuchs. Anticorit PL 3802-39 S je olej typu Prelube, to znamená ochranný antikorozi a konzervační olej v ocelárnách, může však být nanesen i jako tvářecí látka bezprostředně před tvářením. Materiálový list maziva je v příloze 10.

*Olej má následující vlastnosti:*

**Viskozita:** 160 mm<sup>2</sup>/s

**Hustota:** 915 Kg/m<sup>3</sup> (při 15°C)

- bezpečná antikorozi ochrana i za extrémních klimatických podmínek
- optimální tvářecí výkon i pro obtížné tahy
- vhodnost pro zušlechťené, i pro normální ocelové plechy
- snadná odstranitelnost i po stárnutí a tepelném zatížení
- kompatibilita se všemi lepícími systémy při výrobě automobilů
- snášenlivost s katalytickými laky a laky s nízkým obsahem rozpouštědel a pigmentů
- nezatěžuje pracovní prostředí díky základovému oleji bez obsahu těžkých kovů a halogenů a s nízkým obsahem aromátů

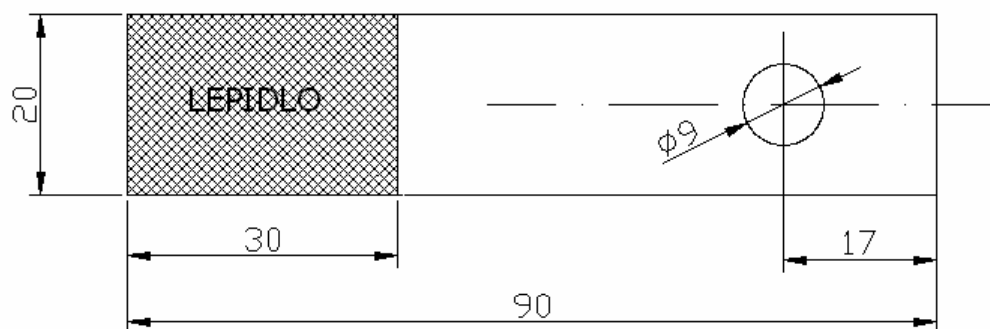
## 3.2 PŘÍPRAVA VZORKŮ

### 3.2.1 Nastříhání vzorků a vrtání otvorů do substrátu

Pro zkoušku byl předepsán jako substrát plech typu HDG používaný v automobilovém průmyslu pro stavbu karoserií automobilů. Z tabule plechu HDG tloušťky 0,8 mm byly nastříhány na tabulových nůžkách vzorky 90 mm x 20 mm



viz. obr.3.2.1-1. Do každého vzorku se vyvrtal otvor o průměru 9 mm, skrz který se šroubem o průměru 8 mm upne vzorek do přípravku při zkoušení.



Obr. 3.2.1-1 Rozměry vzorku plechu s vyznačením lepené oblasti.

### 3.2.2 Označení vzorků

Připravené vzorky je nutné důkladně označit, aby nedošlo během práce s nimi k záměně vzorků. Vzorky byly označeny dle druhu použité technologické předúpravy, tedy podle použitého způsobu vytvrzení. Vždy se označil jen jeden plech ze slepované dvojice. Od každého lepidla se připravilo 5 vzorků. Ukázka značení vzorků je vidět na obr.3.2.2-1.

**První sada vzorků** byla označena jen číslicemi lihovým fixem od 1 do 7 dle použitého lepidla, tyto vzorky se slepené budou vytvrzovat při 180 °C / 20 minut v laboratoři TUL.

**Druhá sada vzorků** byla oražena písmenem **K** a číslicemi od 1 do 7 dle použitého lepidla, tyto vzorky se slepené odvezou do Škoda auto a.s., kde se na ně použije kataforézní úprava a tím se vzorky vytvrdí.



Obr. 3.2.2-1 Ukázka značení vzorků.

### 3.2.3 Odmaštění vzorků

K ošetření plechů při skladování tabulí a svitků se používají konzervační maziva. Později se vzorky opatří mazivem, ale nejprve bylo nutné nastříhané vzorky odmastit, protože byly plechy znečištěné i od emulze při vrtání. Nahrubo byly vzorky odmaštěny bavlněnou tkaninou namočenou v Acetonu, poté byly odmaštěny pomocí průmyslového odmašťovacího prostředku C sol extra.

### 3.2.4 Nanesení rovnoměrné vrstvy maziva

Na vzorky byla nanesena bavlněnou tkaninou rovnoměrná vrstva  $3 \text{ g} / \text{m}^2$  oleje Anticorit PL 3802-39s. Tento olej plně vyhovuje požadavkům na mazivo plechů v automobilovém průmyslu. Anticorit PL 3802-39s je kompatibilní s používanými lepidly v automobilovém průmyslu.

Tloušťka nanesené vrstvy byla kontrolována pomocí měřicího aparátu pro kontrolu naneseného množství maziva od firmy Fuchs obr.3.2.4-1. Zařízení se skládá z pevného hliníkového obalu, potaženého pryží, který obsahuje osvětlovací systém, filtrové kolo, detektor, referenční mechaniku, baterie a elektroniku. Zařízení je založeno na infračervené – filtrovací technice a je vyvinuto speciálně pro použití v průmyslovém prostředí. Konstrukce měřicího aparátu umožňuje infračerveným paprskem snímat povrch plechu o rozměrech 10mm x 10mm a zaznamenávat množství maziva naneseného na kontrolované ploše. Z jednotlivých měření je pak vypočtena průměrná hodnota měřené vrstvy maziva, která se zobrazí na displeji.



Obr. 3.2.4-1 Měřicí aparát pro kontrolu naneseného množství maziva firmy Fuchs s detailem displeje.



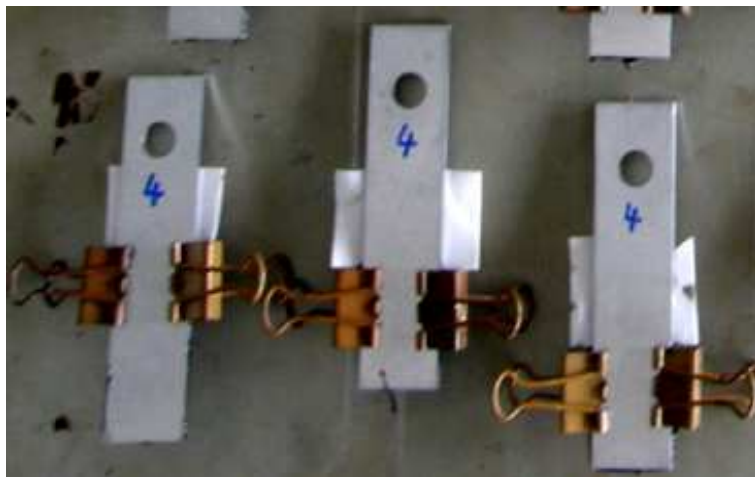
### 3.2.5 Nanášení lepidel a zajištění vzorků

Vždy dva připravené kusy vzorků se lepily k sobě. Nanášelo se postupně sedm druhů lepidel, která jsou dodávána v kartuších a nanášena pomocí pistolového aplikátoru obr.3.2.5-1. Každé lepidlo se nanášelo na 5 zkušebních vzorků. Lepidlo bylo nanášeno do vzdálenosti 30 mm na jeden vzorek dle obr.3.2.1-1.



*Obr.3.2.5-1 Lepidla dodávaná v tubách a pistolový aplikátor lepidel.*

Do lepidla se vložil distanční drátek o průměru 0,2 mm, aby byla zaručena stejná tloušťka lepidla. Mezi slepované plechy se vložil teflonový pásek do vzdálenosti 30 mm od okraje, aby se lepidlo nedostalo dál mezi plechy. Tím byla zaručena stejně velká lepená plocha. Druhý vzorek se přitiskl na lepidlo, čímž se vytlačilo přebytečné lepidlo, které se špachtlí odstranilo a svorkami se vzorky stáhly dle obr.3.2.5-2.



*Obr. 3.2.5-2 Vzorky zajištěné svorkami připravené k vytvrzení.*

### 3.2.6 Vytvrzení lepidla

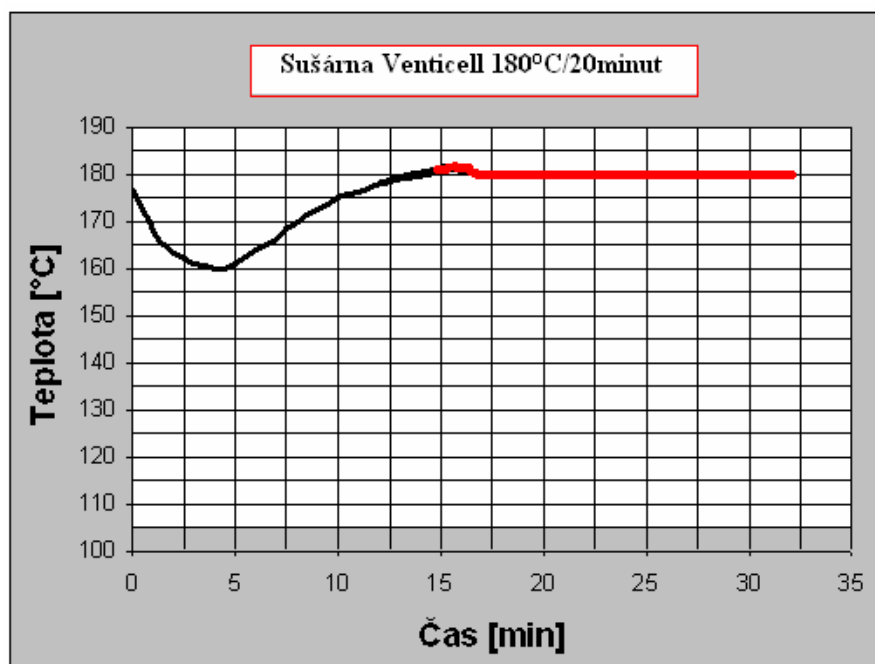
Jde o technologickou předúpravu, která měla rozhodující vliv na vlastnosti lepeného spoje, a byla hlavním hlediskem při porovnávání výsledků při později provedené rázové zkoušce lepených spojů. Předúpravou se rozumí vytvrzení lepidel, které probíhalo dvěma různými způsoby. Po aplikaci lepidla na vzorky, byly vzorky připravené k vytvrzení. Vytvrzení probíhalo v sušárně v laboratoři TUL, nebo v kataforezní lázni ve firmě Škoda auto a.s. – Mladá Boleslav.

#### 3.2.6.1 Vytvrzení vzorků v laboratoři TUL

Vzorky určené k vytvrzení, se narovnaly na plech. Po zapnutí a předehtání sušárny na požadovanou teplotu 180°C / 20 min. se plech se vzorky vložil do sušárny. Při této teplotě, která přibližně odpovídá podmínkám v praxi při vytvrzování laku se vzorky vytvrdily v laboratoři TUL v sušárně Venticell 222 od firmy BMT viz. obr.3.2.6.1-1. Průběh teploty v sušárně po vložení vzorků je znázorněn na obr.3.2.6.1-2. Na tomto obrázku je zřejmé, že při otevření komory sušárny a vložení vzorků, dojde k poklesu komorové teploty. Teplota poklesne asi o 20°C pod určenou teplotu a několik minut trvá, než je znovu dosaženo požadované teploty 180°C. Vzorky jsou v sušárně déle než dvacet minut, čas se měří až po dosažení teploty 180°C. Průběh teploty v sušárně není nutné měřit při každém měření. Průběh teploty se chová podle grafu obr. 3.2.6.1-2, červenou křivkou je znázorněn měřený čas dvacet minut.



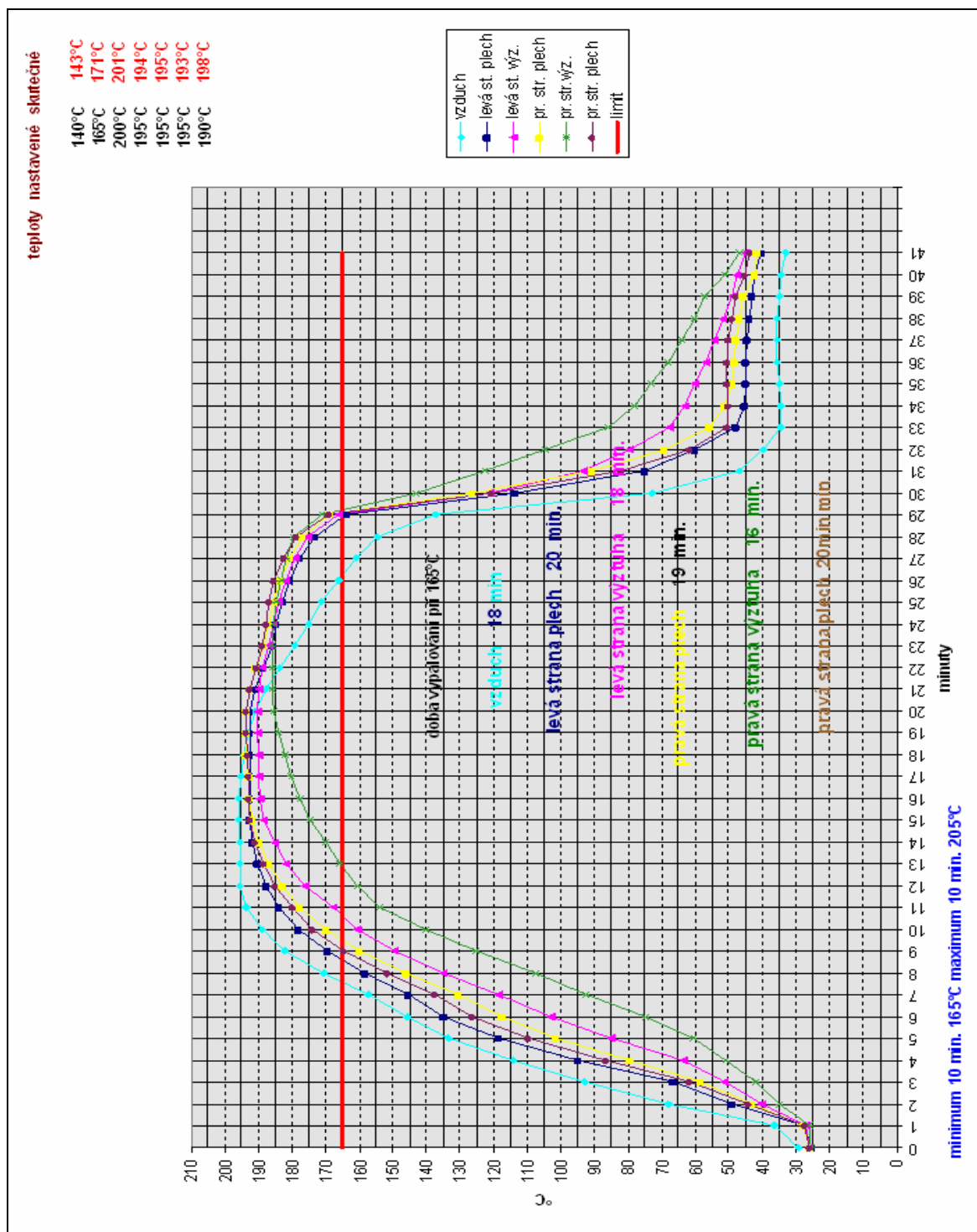
Obr. 3.2.6.1-1 Sušárna Venticell 222 od firmy BMT.



Obr. 3.2.6.1-2 Průběh teploty v sušárně Venticell při vytvrzování vzorků.

### 3.2.6.2 Vytvrzení v kataforézní lázni

Vzorky určené k vytvrzení v kataforézní lázni se odvezly do firmy Škoda auto a.s. – Mladá Boleslav. Tam se vzorky vložily do kataforézní linky, kde se běžně lakují díly či karoserie automobilu. Podmínky vytvrzení v kataforézní lázni odpovídají podmínkám používaným ve Škoda auto a.s. – Mladá Boleslav. Průběh teplot je vidět na grafu obr.3.2.6.2-1, který z výroby poskytla Škoda Auto a.s.



Obr. 3.2.6.2-1 Průběh teplot v kataforézní lince ve Škoda Auto a.s.

### 3.3 PROVEDENÍ RÁZOVÉ ZKOUŠKY LEPENÝCH SPOJŮ DLE ČSN EN ISO 11343

Slepené a vytvrzené vzorky se zkoušely v laboratoři TUL pomocí metody stanovení dynamické odolnosti vysoce pevných slepů vůči štípání rázem-metoda štípání rázem pomocí klínu dle ČSN EN ISO 11343. Vyhodnocována bude střední pevnost ve štípání viz. kapitola 2.6.3.1. Dále se bude určovat typ porušení lepeného spoje dle ČSN ISO 10 365. Podmínky při měření byly atmosferický tlak a teplota prostředí 23°C.

#### 3.3.1 Vlastní štípání vzorků rázem pomocí klínu

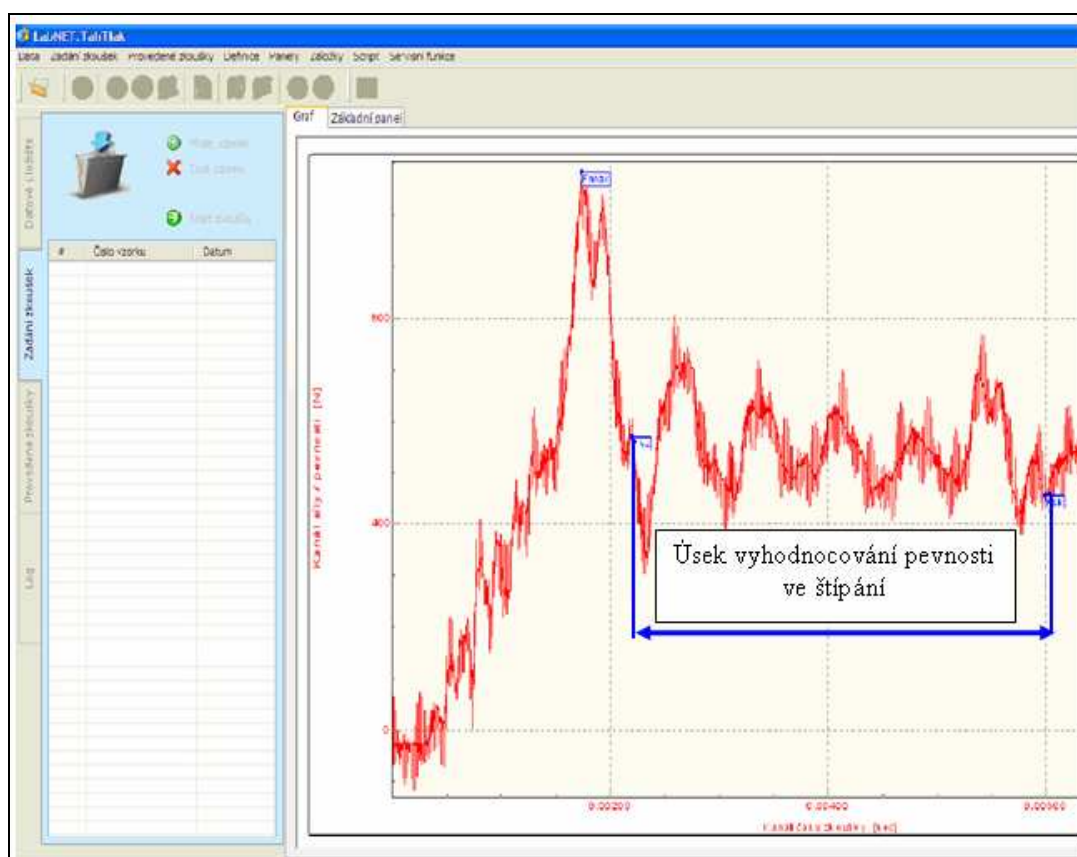
Vytvrzené vzorky se nožem očistily od přetoků lepidla. Neslepená část vzorku se rozehnula od sebe tak, aby vzorek byl připraven na vsunutí klínu a upnutí do přípravku. Do osy vzorku se vložil symetrický štípací klín. Vzorek byl upnut do přípravku pomocí šroubu. Štípání se provádělo na upraveném 30J Charpyho kladivu obr.3.3.1-1, po upnutí přípravku se vzorkem na zkušební zařízení a dotažení šroubu byl vzorek připraven ke štípání.



*Obr.3.3.1-1 Upravené 30J Charpyho kladivo.*

Zařízení je vybaveno přístrojem schopným zaznamenávat a ukládat data v průběhu dopadu kyvadla. Zařízení je vybaveno měřicí tenzometrickou hlavou, měřící v rozsahu 0 až 5kN, snímající data s frekvencí  $f = 1\text{MHz}$ . Vyhodnocení naměřených dat se provádělo pomocí software LabNet. Vyhodnocována byla střední štípací pevnost v úseku dle normy ISO 11343 (25% až 90%), viz obr.3.3.1-2. V grafu je znázorněn úsek, ve kterém se vyhodnocuje pevnost ve štípání.

Při vlastním spuštění kyvadla z horní polohy je potřeba dbát maximální bezpečnosti, aby nedošlo k úrazu pohybujícím se kyvadlem. Štěpení odpovídá oddělení dvou substrátů klínem, který se pohybuje vysokou rychlostí a jehož posunutí je iniciováno dopadem kyvadla.



Obr. 3.3.1-2 Prostředí v programu LabNet s grafem síly .

Po vlastním přeražení vzorku kyvadlem, počítač zobrazí pevnost ve štípání [N/mm šířky] a vytvoří graf síly [N] na čase zkoušky [s].

Po zkontrolování výsledků a jejich uložení do počítače můžeme přeražený vzorek vymontovat z přípravku a provádět zkoušku s dalším slepeným vzorkem.



### 3.3.2 Vyhodnocení rázové zkoušky lepených spojů a hodnocení typu porušení lepeného spoje pro jednotlivá lepidla dle způsobu vytvrzení

Pomocí počítače připojeného ke zkušebnímu zařízení se vytvořil ke každému zkoušenému vzorku protokol o zkoušce, protokoly jsou v přílohách 11 - 17. V přílohách jsou výsledky s tabulkou hodnot maximální síly při štípání, pevnosti ve štípání a příslušným grafem síly od každého zkoušeného lepidla v závislosti na způsobu vytvrzení.

Od každého druhu lepidla bylo 5 zkušebních vzorků, ze kterých se určila průměrná hodnota. Všechny zkoušky se prováděly na stejném substrátu se stejným druhem a množstvím maziva tab. 3.3.2-1.

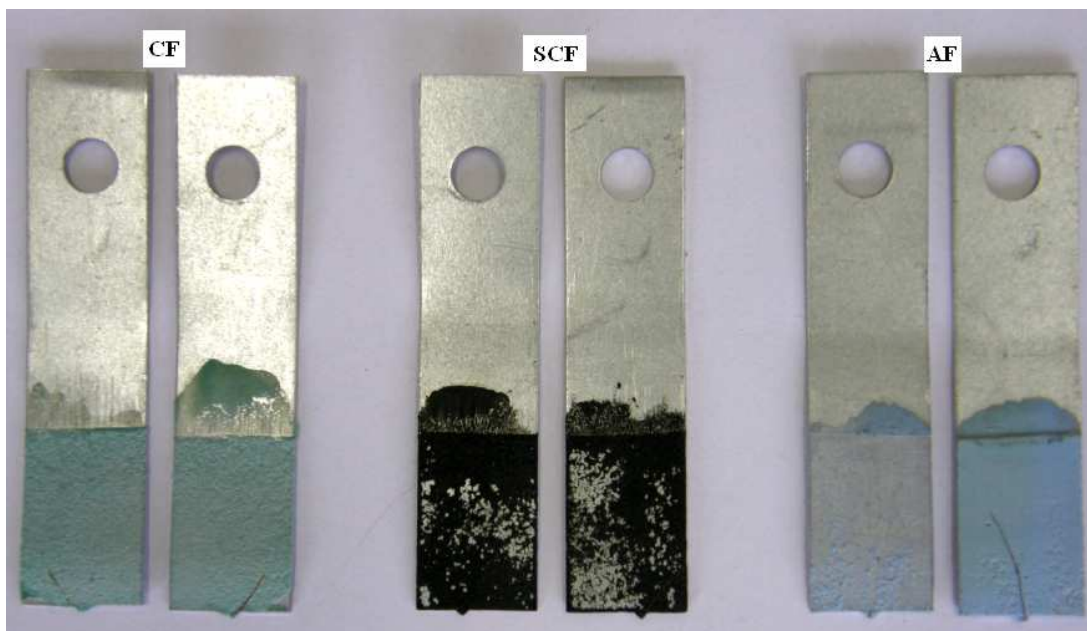
*Tab. 3.3.2-1 Zkoušený substrát, druh a množství maziva.*

Zkoušený substrát:	HDG (DX54 DZ100)
Druh maziva:	ANTICORIT PL 3802-39 S
Množství maziva:	$3 \text{ g} / \text{m}^2$

Dále se mezi sebou porovnávalo vždy jedno lepidlo vytvrzené při teplotě 180°C/20min a vytvrzené v kataforézní lázni. Vyhodnocovala se u každého vzorku maximální síla při štípání  $F_{\max}$  [N], pevnost ve štípání  $F_s$  [N/mm šířky]. Z těchto změřených hodnot se vypočítala průměrná maximální síla při štípání, průměrná pevnost ve štípání a směrodatné odchylky z průměrných hodnot.

Dále se vyhodnocoval typ porušení u každého vzorku podle normy ISO 10 365. Na obr.3.3.2-1 jsou vidět přeražené vzorky s označeným typem porušení. Druh porušení se určuje v procentech.

V následujících tabulkách (tab. 3.3.2.1-2 až tab. 3.3.2.7-2) jsou uvedeny průměrné hodnoty maximální síly při štípání  $F_{\max}$  [N], pevnosti ve štípání  $F_s$  [N/mm šířky] a typ porušení lepeného spoje postupně pro všechna lepidla.



Obr. 3.3.2-1 Přeražené vzorky, hodnocení typu porušení dle ISO 10 365.

### 3.3.2.1 Lepidlo Betamate 1496F

Tab. 3.3.2.1-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Betamate 1496F.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
BM 1496F	$F_{max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	1765,73	25,30	1730,37	22,40
Směrodatná odchylka	1018,31	3,04	606,23	2,02

Tab. 3.3.2.1-2 Typ porušení pro lepidlo Betamate 1496F.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
BM 1496F	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	30	70		30	70	





### 3.3.2.2 Lepidlo Betamate 1040

Tab. 3.3.2.2-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Betamate 1040.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
BM 1040	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	674,75	14,84	647,90	12,29
Směrodatná odchylka	30,34	0,9	124,55	1,37

Tab. 3.3.2.2-2 Typ porušení pro lepidlo Betamate 1040.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
BM 1040	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	100			100		

### 3.3.2.3 Lepidlo Betamate 5096

Tab. 3.3.2.3-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Betamate 5096.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
BM 5096	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	486,91	7,65	517,76	7,45
Směrodatná odchylka	77,11	0,64	58,26	0,54

Tab. 3.3.2.3-2 Typ porušení pro lepidlo Betamate 5096.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
BM 5096	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	80	20		80	20	



### 3.3.2.4 Lepidlo Betaguard RB 214 BV

Tab. 3.3.2.4-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Betaguard RB 214 BV.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
Betaguard RB 214 BV	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	543,07	10,74	430,91	7,56
Směrodatná odchylka	39,57	1,65	83,06	1,97

Tab. 3.3.2.4-2 Typ porušení pro lepidlo Betaguard RB 214 BV.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
Betaguard RB 214 BV	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	100			90		10

### 3.3.2.5 Lepidlo Sika Power - 492 G

Tab. 3.3.2.5-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Sika Power - 492 G.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
SP- 492 G	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	1123,55	21,92	1394,31	19,82
Směrodatná odchylka	307,48	1,95	308,34	1,00

Tab. 3.3.2.5-2 Typ porušení pro lepidlo Sika Power - 492 G.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
SP- 492 G	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	100			100		



### 3.3.2.6 Lepidlo Sika Power - BFK 5

Tab.3.3.2.6-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Sika Power BFK5.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
SP- BFK 5	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	1009,26	20,82	1633,31	21,85
Směrodatná odchylka	137,34	1,03	595,19	0,79

Tab. 3.3.2.6-2 Typ porušení pro lepidlo Sika Power BFK5.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
SP- BFK 5	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	100			100		

### 3.3.2.7 Lepidlo Terokal 8026GB-25

Tab.3.3.2.7-1 Změřené mechanické hodnoty pro lepidlo Terokal 8026GB-25.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.		Vytvrzeno: KTL	
Terokal 8026GB-25	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]	$F_{\max}$ [N]	$F_s$ [N/mm šířky]
Průměrná hodnota	290,80	4,03	308,65	4,73
Směrodatná odchylka	85,53	2,32	15,43	0,95

Tab. 3.3.2.7-2 Typ porušení pro lepidlo Terokal 8026GB-25.

Lepidlo:	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
Terokal 8026 GB-25	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	CF	SCF	AF	CF	SCF	AF
	20	80		60	40	

## 4. VYHODNOCENÍ

Především se hodnotila rázová pevnost lepidel ve štípání a typ porušení lepeného spoje. Výsledky se lišily dle druhu lepidla a způsobu vytvrzení. Nejvyšších hodnot pevnosti ve štípání, přes 20 N/mm šířky dosáhla lepidla (BM 1496F, SP 492-G a SP BFK-5). Nehledě na způsob vytvrzení, nejvyšších hodnot pevnosti ve štípání dosahují epoxidová lepidla. Oproti tomu lepidla na bázi syntetického kaučuku dosahují asi jen poloviny pevnosti ve štípání epoxidových lepidel. Ze zkoušených lepidel nejvyšších hodnot pevnosti ve štípání dosáhlo lepidlo BM 1496F vytvrzené při teplotě 180°C/20min. s typem porušení 30% CF a 70% SCF. Vysokých hodnot pevností ve štípání dosáhla lepidla od firmy SIKA, která měla i typ porušení 100% CF.

Z provedených zkoušek můžeme porovnat výsledky lepidel vytvrzených teplotou 180°C/20min. a lepidel vytvrzených v KTL. V tab.4-1 jsou uvedeny pevnosti ve štípání všech zkoušených druhů lepidel, v závislosti na způsobu vytvrzení. V následujícím sloupcovém grafu (obr.4-1) je vidět velikost pevnosti ve štípání v závislosti na druhu lepidla a použitém způsobu vytvrzení lepených spojů. Jak je z grafu vidět, nelze jednoznačně určit zda je lepší lepidla vytvrzovat při teplotě 180°C/20min, nebo v kataforézní lázni. Záleží na chemickém složení lepidel. Epoxidová lepidla (BM 1496F, BM 1040) a kaučuková lepidla (BG RB214BV, BM 5096) vykazují vyšší hodnotu pevnosti ve štípání vytvrzením teplotou 180°C/20min. oproti KTL vytvrzení. Vzorky s lepidlem na bázi epoxi-PVC (Terokal 8026GB25) vykazují vyšší hodnoty pevnosti ve štípání při vytvrzení v KTL. Lepidla od firmy SIKA na bázi epoxi-hybrid se liší podle typu lepidla. Lepidlo SP-492 G vykazuje vyšší hodnoty pevnosti ve štípání při vytvrzení při 180°C/20min., oproti tomu lepidlo SP-BFK 5 vykazuje vyšší hodnoty při vytvrzení v KTL.

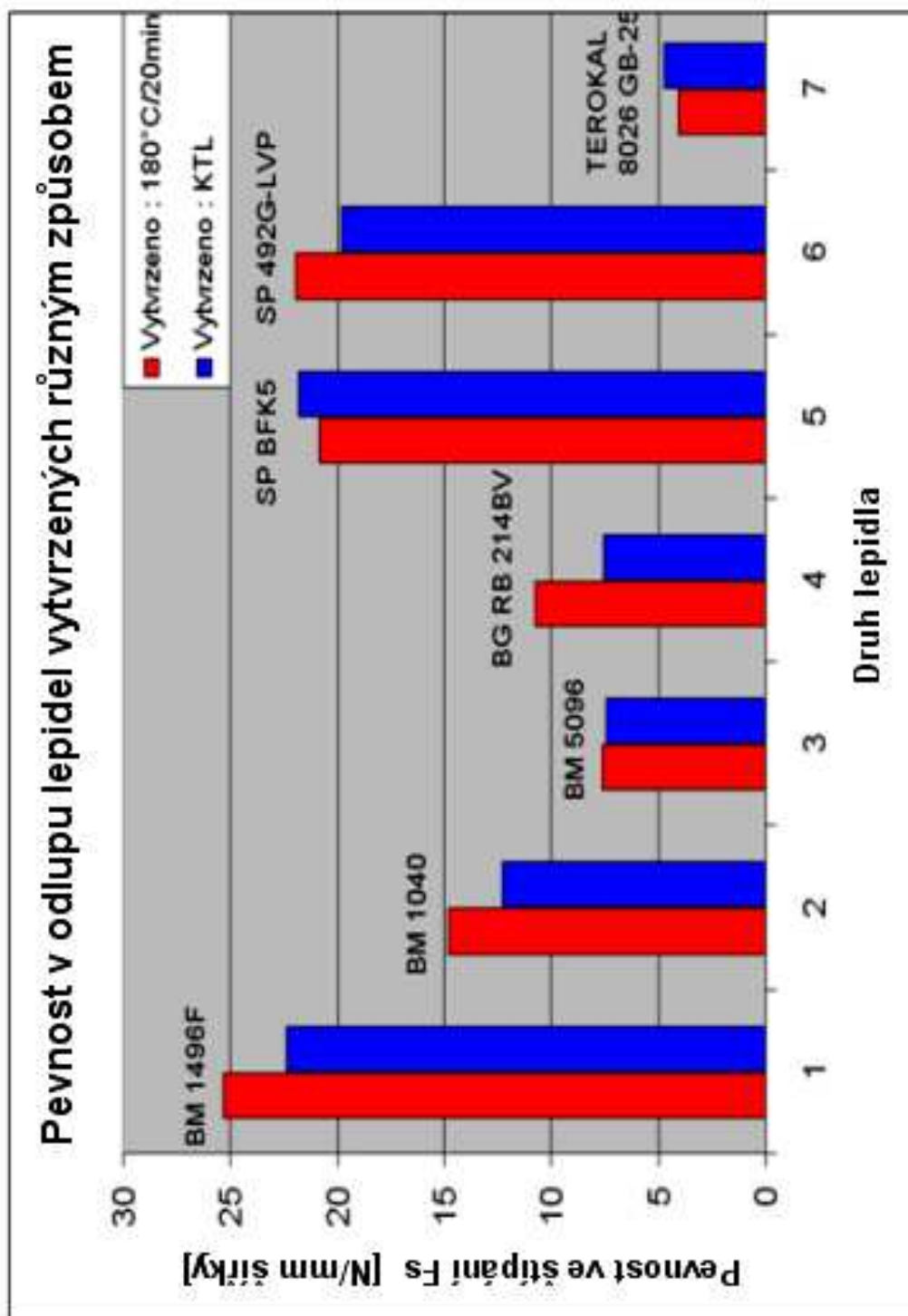


Tab.4-1 Pevnost ve štípání, rozdělení podle způsobu vytvrzení lepeného spoje.

	Vytvrzeno: 180°C/20min.	Vytvrzeno: KTL
<i>Lepidlo:</i>	Pevnost ve štípání	Pevnost ve štípání
	<i>F<sub>s</sub> [N/mm šířky]</i>	<i>F<sub>s</sub> [N/mm šířky]</i>
Betamate 1496F	25,3 ± 3,04	22,40 ± 2,02
Betamate 1040	14,84 ± 0,90	12,29 ± 1,37
Betamate 5096	7,65 ± 0,64	7,45 ± 0,54
Betaguard RB 214BV	10,74 ± 1,65	7,56 ± 1,97
Sika Power 492G-LVP	21,93 ± 1,95	19,82 ± 1,00
Sika Power BFK5	20,82 ± 1,03	21,85 ± 0,79
Terokal 8026GB-25	4,03 ± 2,32	4,73 ± 0,95

Nejvýhodnější typ porušení spoje je kohezní lom (CF), oproti tomu lom adhezní (AF) je nežádoucí. V automobilovém průmyslu je mezní hodnota adhezního porušení 10 %. V tab.4-2 jsou porovnány typy porušení dle způsobu vytvrzení lepidla.

U epoxidových lepidel (BM 1496 F, BM 1040, SP-492 G, SP-BFK 5) a kaučukového lepidla (BM 5096) neměl způsob vytvrzení vliv na typ porušení. U lepidla na bázi kaučuku (BG RB214BV) při vytvrzení teplotou 180°C/20min. bylo dosaženo 100% CF, zatímco při vytvrzení v KTL bylo dosaženo 90% CF a 10% AF. Největší vliv na typ porušení se projevil u lepidla na bázi epoxi-PVC (Terokal 8026GB25), kde při teplotním vytvrzení byl typ porušení 20% CF a 80% SCF, zatímco v KTL vytvrzení se změnil poměr na 60% CF a 40% SCF.



Obr.4-1 Porovnání pevnosti ve štípnání lepidel vytvrzených při 180°C/20min a vytvrzených v KTL.



Tab.4-2 Označení typu porušení, rozdělení podle způsobu vytvrzení lepeného spoje.

<i>Zkoušené lepidlo:</i>	Vytvrzeno: 180°C/20min.			Vytvrzeno: KTL		
	Typ porušení [%]			Typ porušení [%]		
	<i>CF</i>	<i>SCF</i>	<i>AF</i>	<i>CF</i>	<i>SCF</i>	<i>AF</i>
Betamate 1496F	30	70		30	70	
Betamate 1040	100			100		
Betamate 5096	80	20		80	20	
Betaguard RB 214BV	100			90		10
Sika Power 492G-LVP	100			100		
Sika Power BFK5	100			100		
Terokal 8026GB-25	20	80		60	40	



## 5. ZÁVĚR

Tato práce měla za cíl porovnat vliv technologických předúprav na rázovou pevnost lepidel. Jak již bylo uvedeno výše, technologickou předúpravou se zde rozumí způsob vytvrzení lepidel. Hodnotila se především pevnost ve štípání. Dalším úkolem bylo porovnat typ porušení lepeného spoje.

K lepení byl vybrán žárově zinkovaný plech HDG (DX54 DZ100), opatřen mazivem běžně používaným v automobilovém průmyslu (Anticorit PL 3802-39s). Základní mechanické vlastnosti použitého plechu byly ověřeny statickou zkouškou v tahu. Vybraný plech se lepil sedmi různými lepidly na různé bázi (epoxi, epoxi-PVC, epoxi-hybrid a syntetický kaučuk).

Po nanesení lepidla se vzorky vytvrzovaly dvojím různým způsobem. První způsob vytvrzení probíhal v sušičce v laboratoři TUL při 180°C/20min. Druhý způsob vytvrzení byl v kataforézní lázni ve výrobě Škoda Auto a.s.

Po vlastním vytvrzení se vzorky zkoušely v laboratoři TUL zkouškou pro stanovení dynamické odolnosti vůči štípání rázem pomocí klínu. Po uskutečnění měření proběhlo vyhodnocení, kde se určila rázová pevnost lepidel ve štípání a typ porušení lepeného spoje.

Ze zjištěných výsledků je zřejmé, že nelze jednoznačně určit, zda je lepší vytvrzovat lepidla v sušárně cirkulací horkého vzduchu, či v KTL. Záleží na chemickém složení lepidel.

Epoxidová a kaučuková lepidla vykazují vyšší hodnotu pevnosti ve štípání vytvrzením teplotou 180°C/20min. oproti vytvrzení v KTL. Vzorky s lepidlem na bázi epoxid-PVC vykazují vyšší hodnoty pevnosti ve štípání při vytvrzení v KTL. Výsledky u lepidel od firmy SIKA na bázi epoxi-hybrid se lišily podle typu lepidla (lepidlo SP-492 G vykazuje vyšší hodnoty pevnosti ve štípání při vytvrzení při 180°C/20min., oproti tomu lepidlo SP-BFK 5 vykazuje vyšší hodnoty při vytvrzení v KTL).

Hodnoty pevnosti ve štípání, uváděné výrobcem lepidel v materiálových listech byly vyšší než hodnoty, které nám vyšly při zkoušení lepidel, ale byly přibližně ve stejném poměru.





Dále se porovnával typ porušení lepeného spoje. U epoxidových lepidel (BM 1496 F, BM 1040, SP-492 G, SP-BFK 5) a kaučukového lepidla (BM 5096) neměl způsob vytvrzení vliv na typ porušení. Lepidlo na bázi kaučuku (BG RB214BV) vykazovalo při vytvrzení teplotou 180°C/20min. všechny lomy kohezní, zatímco při vytvrzení v KTL bylo 90% lomů kohezních a 10% lomů adhezních. Největší vliv na typ porušení se projevil u lepidla na bázi epoxi-PVC (Terokal 8026GB25), kde při teplotním vytvrzení byl typ porušení 20% CF a 80% SCF, zatímco v KTL vytvrzení se změnil poměr na 60% CF a 40% SCF.

Z výsledků je zřejmé, že při způsobu vytvrzení lepidel záleží především na chemickém složení lepidel, jakých výsledků po vytvrzení bude dosaženo. Proto je důležité při jednotlivých aplikacích lepidel brát v úvahu chemické složení lepidel, způsob vytvrzení lepidel a způsob zatížení lepeného spoje v provozu.

Pro zjištění dalších informací o lepidlech, by se dále lepidla mohla zkoušet jinými teplotními režimy vytvrzování a lepené spoje by se mohly zkoušet dalšími druhy zkoušek.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PETERKA, J.: Lepení konstrukčních materiálů ve strojírenství.1.vyd. Praha: SNTL, 1980.
- [2] OSTEN, M.:Práce s lepidly a tmely. [S.I]: Grada Publishing, 1996.  
ISBN 80-7169-338-3
- [3] Technologie lepení v automobilovém průmyslu [online].[2009-13-5]. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud\\_materialy/spt/lepeni.pdf](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/spt/lepeni.pdf)
- [4] Strukturní lepení [online]. [2009-13-5]. Dostupné z: [http://www.dow.com/PublishedLiterature/dh\\_0042/0901b80380042866.pdf](http://www.dow.com/PublishedLiterature/dh_0042/0901b80380042866.pdf)
- [5] Velké možnosti v automobilech umožněné lepením [online].[2009-13-5].  
Dostupné z: <http://www.autosteel.org/AM/Template.cfm?Section=PDFs&CONTENTFILEID=5398&TEMPLATE=/CM/ContentDisplay.cfm>
- [6] SEKYROVÁ, I.: Pevnost lepeného spoje v závislosti na typu distančních tělísek. [Bakalářská práce], TUL, Liberec 2007.
- [7] Pružné lepení [online]. [2009-13-5]. Dostupné z : <http://stavba.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3439>
- [8] Průmyslová lepidla [online]. [2009-13-5]. Dostupné z: <http://www.sika.cz/cz>
- [9] Průmyslová lepidla [online]. [2009-13-5]. Dostupné z:<http://www.dow.com>
- [10] Průmyslová lepidla [online]. [2009-13-5]. Dostupné z:<http://www.henkel.com>
- [11] TULKA, J.: Povrchové úpravy materiálů. VUT, Brno 2005.
- [12] SEDLAŘÍKOVÁ, M – VONDRÁK, J.: Koroze adhesivních spojů [online]. [2009-13-5]. Dostupné z: [http://www.vscht.cz/met/aki/kom\\_51/51\\_33\\_36.pdf](http://www.vscht.cz/met/aki/kom_51/51_33_36.pdf)
- [13] Kataforetické lakování [online]. [2009-13-5]. Dostupné z: <http://www.ktl-cz.cz/technologie/>
- [14] Autobusy Iveco kataforetické lakování [online]. [2009-13-5]. Dostupné z: <http://www.karosa.cz/main.php?show=production&language=czech>
- [15] ČSN EN ISO 11339.Lepidla. T-zkouška v odlupování slepů z ohebných adherendů,2005.
- [16] PV 12.35. Lepidla. Zkouška pevnosti ve smyku, 2006.
- [17] ČSN EN ISO 11343. Lepidla. Stanovení dynamické odolnosti vysoce pevných slepů vůči štípání rázem. Metoda štípání rázem pomocí klínu, 2005.



- [18] ČSN ISO 10365. Lepidla. Označení hlavních typů porušení lepeného spoje, 1995.
- [19] Vývoj vozů, Crash testy [online]. [2009-13-5]. Dostupné z: <http://fea.blog.auto.cz/2006-12/vyvoj-vozu-crash-testy/>
- [20] ČSN EN 10002-1. Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za okolní teploty, 2002.



## SEZNAM PŘÍLOH

**PŘÍLOHA 1** - Materiálový list substrátu DX54 DZ100

**PŘÍLOHA 2** - Protokol ze statické zkoušky tahem

**PŘÍLOHA 3** - Materiálový list lepidla BETAMATE 1496 F (Dow Automotive)

**PŘÍLOHA 4** - Materiálový list lepidla BETAMATE 1040 (Dow Automotive)

**PŘÍLOHA 5** - Materiálový list lepidla BETAMATE 5096 (Dow Automotive)

**PŘÍLOHA 6** - Materiálový list lepidla BETAGUARD RB214BV(Dow Automotive)

**PŘÍLOHA 7** - Materiálový list lepidla SIKA POWER 492 G (SIKA)

**PŘÍLOHA 8** - Materiálový list lepidla SIKA POWER BFK 5 (SIKA)

**PŘÍLOHA 9** - Materiálový list lepidla TEROKAL 8026 GB 25 ( HENKEL)

**PŘÍLOHA 10** - Materiálový list maziva ANTICORIT PL 3802-39s

**PŘÍLOHA 11** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo BETAMATE 1496 F  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)

**PŘÍLOHA 12** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo BETAMATE 1040  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)

**PŘÍLOHA 13** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo BETAMATE 5096  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)

**PŘÍLOHA 14** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo BETAGUARD RB  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)

**PŘÍLOHA 15** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo SIKA POWER 492G  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)

**PŘÍLOHA 16** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo SIKA POWER BFK5  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)

**PŘÍLOHA 17** - Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; lepidlo TEROKAL 8026 GB  
A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)  
B.(vytvrzeno v KTL)



## PŘÍLOHA 1

# Materiálový list substrátu DX54 DZ100

( červeně podtržen použitý materiál )

## Tenké plechy a svitky žárově pozinkované

EN 10327	Technické dodací podmínky			
EN 10143	Tolerance			
EN 10327	Žárově pozinkované			
Mechanické vlastnosti	Označení materiálu	Mez skluzu $R_s$ N/mm <sup>2</sup>	Mez pevnosti $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Tažnost $A_{50}$ % min.
	DX51D+Z	–	270–500	22
	DX52D+Z	140–300	270–420	26
	DX53D+Z	140–260	270–380	30
	DX54D+Z	160–220	260–350	36
Vrstva žárového pozinku	100, 140, 200, 275, 350, 450 a 600 g/m <sup>2</sup> Oboustranně			
Povrchové úpravy				
Galfan dle EN 10327 (ZA) – obsah hliníku v zinkové vrstvě ca. 5 %				
Galvalume dle EN 10326 (AZ) – obsah hliníku v zinkové vrstvě ca. 55 %				
Galvannealed dle EN 10327 a EN 10326 (ZF) – ferozinek				
Povrch				
A/B/C				
N/M				
c/o/co				
A = stývkový; B = lepicí; C = nelepící; N = stývkový kotel (rozdíl v velikosti kotlů); M = posazený kotel; c = chemicky pasivovaný; o = olejovaný				
Rozměry				v mm
	Svítek/páska	Plech/přístřih		
Tloušťka	0,30–5,00	0,40–5,00		
Šířka	5,00–1.600	100–1.600		
Vnitřní průměr svítka	300/400/500/508/610	–		
Vnější průměr svítka	max. 2.100	–		
Délka	–	300–7.500		



## PŘÍLOHA 2

# Protokol ze statické zkoušky tahem

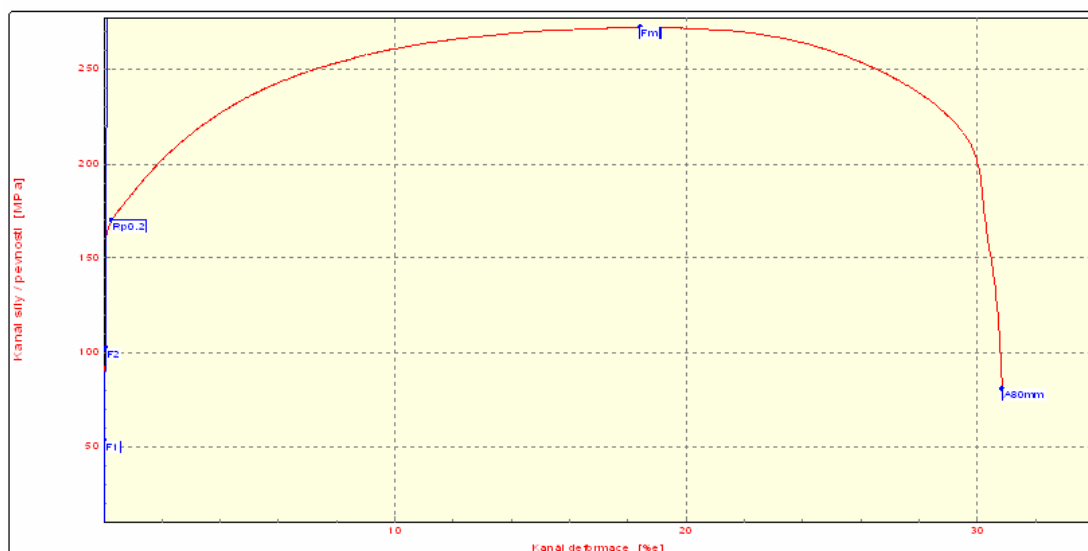
## Vstupní hodnoty

Testovaný materiál: DX54DZ100 Zkouška provedena dle: EN 10002-1  
Rozměr vzorku: 0,8 x 20 Vypracoval: Vít Kolman  
Směr odebrání vzorku: 0° Datum testu: 15.4. 2009  
Rychlost posuvu: 10 mm/min.

## Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>m</sub> N	A <sub>80mm</sub> %	R <sub>p0.2</sub> MPa	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>
1	4433.70	30.82	170.18	272.19
2	4521.00	31.13	167.68	277.55
3	4430.20	30.77	167.30	271.97
4	4521.00	31.12	166.06	274.16
5	4433.70	30.80	176.05	279.08

Statistická hodnota	F <sub>m</sub> N	A <sub>80mm</sub> %	R <sub>p0.2</sub> MPa	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>
Počet zkoušek	5	5	5	5
Průměrná hodnota	4467.92	30.93	169.45	274.99
Směrodatná odchylka	48.48	0.18	3.98	3.20





**PŘÍLOHA 3**

## **Materiálový list lepidla BETAMATE 1496 F (Dow Automotive)**



**Dow Automotive**

**Technisches Datenblatt**

# **BETAMATE 1496F**

**Crashstabiler Strukturklebstoff**

### **Anwendung / Beschreibung:**

BETAMATE 1496F ist ein einkomponentiger Epoxidklebstoff, welcher speziell für den Einsatz im Rohbau entwickelt wurde. Der Klebstoff wird angewendet, um die Betriebsfestigkeit, die Crashstabilität und die Steifigkeit des Fahrzeuges zu erhöhen.

### **Eigenschaften:**

- Ausgezeichnete Haftung auf den im Automobilbau verwendeten Stahlsorten, einschliesslich beschichteten Stählen und vorbehandelten Aluminium. Gute Verträglichkeit von Ölen und Trockenschmierstoffen.
- Hilft die Steifigkeit und Crashstabilität des Fahrzeuges zu erhöhen.
- Hohe Beständigkeit des Klebstoffes und der Verklebung.
- Eignet sich zur Abdichtung und schützt damit sowohl das Metall, als auch Schweißpunkte vor Korrosion.
- Kompatibel mit anderen mechanischen und thermischen Fügeverfahren.
- Kompatibel mit dem KTL - Prozess und auswaschbeständig.
- Vorhär- und vorgelierbar
- 2 - 4 Wochen Offenzeit im gefügten Zustand.

### **Applikation:**

Das Produkt ist zwischen ca. 40 und 65°C als Raupe applizierbar. Es kann mit folgenden Parametern appliziert werden:

<b>Auftragsgeschwindigkeit</b>	200 - 300 mm/s
<b>Temperaturen:</b>	
Folgeplatte	35 - 40°C
Folgeplatte - Dosierer	Pro Heizzone ca. 5°C Temperaturerhöhung. Im Dosierer maximal 55°C.
Düse	55 - 65°C

Um eine optimale Benetzung des Bauteiles mit dem Klebstoff zu erzielen, sollten die Bauteile bei mindestens 15°C gelagert werden. Bei einer Unterbrechung der Applikation von über 30 Minuten, sollte die Heizung abgestellt werden.

Alle Dow Automotive Produkte werden in erster Linie mit den Automobil-Herstellern für deren Bedürfnisse und gemäss deren Spezifikation entwickelt und von den Kunden für bestimmte Anwendungen freigegeben.

Der Einsatz für andere als die freigegebenen Anwendungen bedarf der vorherigen, schriftlichen Gutheissung durch den technischen Dienst der Dow Automotive.



### Technische Daten:

Basis	Epoxidharz
Farbe	blau
Dichte (DIN 52451) (23°C)	1.19 g/ml
Anteil nichtflüchtiger Bestandteile	> 99 %
Viskosität / Fließgrenze (DIN 53019) (45°C, Bohlin, Modell Casson)	160 Pa.s / 130 Pa
Flammpunkt (DIN 51758)	nicht anwendbar
Aushärtebedingung	> 140 °C / 30 Minuten
Standardaushärtung	180 °C / 30 Minuten
Zugfestigkeit (DIN EN ISO 527-1)	31 MPa
Bruchdehnung (DIN EN ISO 527-1)	ca. 12 %
E-Modul (DIN EN ISO 527-1)	1300 MPa
Zugscherfestigkeit (DIN EN 1465) (CRS 1403, 1.5 mm; 0.2 mm Klebschichtdicke)	31 MPa
Winkelschälfestigkeit (DIN 53282) (CRS 1403, 0.5 mm; DX56 D Z100 MB, 0.78 mm; 0.2 mm Klebschichtdicke)	3.5 N/mm 12 N/mm
Schlagschälfestigkeit (ISO 11343) (CRS 1403, 1 mm, 23°C, 2 m/s; 0.2 mm Klebschichtdicke)	41 N/mm
Vorbehandlung der Klebflächen	Das Material wurde für die Haftung auf öligem Blech mit bis zu 5 g/m <sup>2</sup> Ölaufgabe entwickelt.
Verarbeitung	<b>aus Kartuschen:</b> Druckluftpistolen mit mechanischem Stempel, oder Handdruckpistolen. <b>aus Hobbock und Fässern:</b> Mit beheizbaren, handelsüblichen Hobbock- und Fasspumpen.
Reinigung	Vor dem Aushärten kann der unausgehärtete Klebstoff mit BETACLEAN 3510 entfernt werden. <b>Achtung:</b> Haftflächen dürfen <u>nicht</u> mit BETACLEAN 3510 gereinigt werden!
Gebinde	<b>Hobbock und Fass:</b> 20, 45, 100 und 200 kg (Mehrweggebinde mit PE-Sack) <b>Kartuschen:</b> 0.36 kg
Lagerstabilität	Das Material ist bei Temperaturen unter 30°C drei Monate verarbeitbar.

Die angegebenen Daten sind Standardwerte.





### Sicherheitshinweise

#### Exotherme Reaktion

Das Material reagiert bei Aushärtung exotherm und es entsteht Reaktionswärme, die vor allem bei grösseren Gebinden nur sehr schlecht abgeführt wird. Um dies zu vermeiden, ist das Gebinde von Wärmequellen fernzuhalten.

#### Schutzmassnahmen

Die Handhabung von Epoxidharzklebstoffen ist ungefährlich, wenn die Vorschriften für den Umgang mit Chemikalien befolgt werden. Jedoch muss der Kontakt von unausgehärtetem Klebstoff mit Lebensmitteln und Lebensmittelbehältern unbedingt vermieden werden. Ebenso müssen Schutzmassnahmen getroffen werden, um den Hautkontakt zu verhindern. Undurchlässige Plastik- oder Gummihandschuhe und Augenschutz sind unerlässlich. Nach der Handhabung von Klebstoffen muss die Haut mit warmem Wasser und Seife gründlich gereinigt werden. Lösungsmittel sind zu vermeiden. Zur Trocknung der Haut sind Einwegpapiertücher empfehlenswert. Es ist für gute Belüftung zu sorgen. Weitere detaillierte Schutzmassnahmen entnehmen Sie den Sicherheitsdatenblättern.

### Hinweis:

Qualität ist unser oberstes Gebot. Dow Automotive arbeitet mit einem modernen Qualitätsmanagement-System, das die internationalen Anforderungen nach ISO/TS 16949: 2002 erfüllt. Alle Standorte von Dow Automotive sind nach ISO 14001: 2004 zertifiziert.

Alle vorstehenden Angaben, technischen Daten und Empfehlungen beruhen auf Prüfungen, die unseres Erachtens zuverlässig sind. Die Entscheidung, ob Produkte von Dow Automotive für die jeweilige Anwendung geeignet sind, liegt in der alleinigen Verantwortung des Kunden. Eine Freistellung von Patenten von Dow oder Dritten wird weder direkt noch indirekt gewährt.

ES WERDEN HIERMIT KEINERLEI GARANTIE ABGEGEBEN. STILLSCHWEIGENDE GARANTIE ODER GEWÄHRLEISTUNGEN FÜR VERKAUFSFÄHIGKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK SIND AUSDRÜCKLICH AUSGESCHLOSSEN.

#### **Dow Automotive**

Dow Europe GmbH  
Wolleraustrasse 15-17  
CH-8807 Freienbach  
Tel. +41 (0)55 416 81 11  
Fax +41 (0)55 416 82 20

#### **Dow Automotive (Deutschland) GmbH**

Am Kronberger Hang 4  
D-65824 Schwalbach  
Tel. +49 (0)619 65 66 0  
Fax +49 (0)6196 566 444

#### **Dow Automotive (France)**

Dow France S.A.S.  
Z.I. Nord, route d'Amiens  
F-60130 Saint-Just en Chaussée  
Tel. +33 (0)3 44 77 61 00  
Fax +33 (0)3 44 77 61 61

#### **Dow Automotive (España)**

Dow Chemical Iberica S.L.  
Calle Camino del Corral, 7 (Pol. Ind. Alcamar)  
E-28816 Camarma de Esteruelas  
Tel. +34 (9)1 886 61 43  
Fax +34 (9)1 885 75 60

#### **Dow Automotive (UK)**

Dow Chemical Company Limited  
2 Heathrow Boulevard  
284 Bath Road  
West Drayton  
Middlesex, UB7 0DQ  
Tel. +44 (0)208 917 500  
Fax +44 (0)208 917 5400

#### **Dow Automotive (Italy)**

Dow Italia s.r.l.  
Via Patrolo 21  
I-20151 Milan  
Tel. +39 (0)2 48 221  
Fax +39 (0)2 48 22 40 66

#### **Dow Automotive (USA)**

The Dow Chemical Company  
250 Harmon Road  
Auburn Hills USA  
MI - 48326  
Tel. +001 248 391 63 00  
Fax +001 248 391 64 17



## PŘÍLOHA 4

# Materiálový list lepidla BETAMATE 1040 (Dow Automotive)



Technical Datasheet

## BETAMATE 1040

Crashresistant Structural Adhesive

### Description / Application:

**BETAMATE 1040** is a one component, epoxy based adhesive especially developed for the body shop. The adhesive is used in the car to increase the operation durability, the crash performance and the body stiffness.

### Properties:

- Excellent adhesion to automotive steels, including coated steels and pretreated aluminium with good tolerance to oil and drylubes.
- Helps to increase the stiffness and the crash stability of the entire car body.
- High durability of the adhesive and the adhesive bond.
- Due to its sealing capability the metal and weld points are protected against corrosion.
- Compatible with other mechanical and thermal joining techniques.
- Compatible with the electrocoat process and wash-off resistant.
- Precurable and pregelable.

### Application:

The product is at temperatures about 40 up to 65°C applicable as a bead. It can be applied with the following parameters:

application speed	200 - 300 mm/s
temperatures:	
follower plate	35 - 40°C
follower plate - doser	Per heating zone approx. 5°C heat increase. Maximum temperature at doser 55°C.
nozzle	55 - 65°C

For an optimum tack of the adhesive, the parts to bond should be stored at 15°C or higher. In case of an application break longer than 30 minutes the heating of the application equipment should be switched of.

All Dow Automotive products are primarily developed in co-operation with the automobile manufacturers, according to their needs and their specifications; they are approved for the specific applications as defined by the customer.

The use of the product other than approved application have to be released in written form by the Technical Service of Dow Automotive.

### Technical Data:

Basis	epoxy resin
Colour	light blue
Density (DIN 52451) (23°C)	1.23 g/ml
Solid Content	> 99%
Viscosity/Yield Point (45°C, Bohlin, Casson)	140 Pas / 170 Pa



Flash Point (DIN 51758)	> 150°C
Curing Condition	> 140°C / 30 minutes
Standard Curing	180°C / 30 minutes
Tensile Strength (DIN EN ISO 527-1)	50 MPa
Elongation at Break (DIN EN ISO 527-1)	approx. 6 %
E-Modulus (DIN EN ISO 527-1)	2900 MPa
Lap Shear Strength (DIN EN 1465) (CRS 1403, 1.5 mm)	22 MPa
T-Peel Strength (DIN 53282) (CRS 1403, 0.5 mm)	4.6 N/mm
Impact Peel Strength (ISO 11343) (CRS 1403, 1.0 mm, 23°C, 2m/s)	20 N/mm
Bonding Surface Preparation	The material has been designed to tolerate up to 5 g/m <sup>2</sup> of surface oil.
Application Tool	<b>Cartridges:</b> hand-operated or pneumatic heated gun with mechanical piston. <b>Drums, pails:</b> heated pumping system.
Cleaning	Uncured material can be removed with BETACLEAN 3510. <b>Attention:</b> The contact with bonded areas should be avoided.
Containers	25 kg, 45 kg and 200 kg (re-usable pails with PE-liner). <b>cartridges:</b> 0,36 kg
Shelf life	Storable at temperatures below 30°C for 3 month.

The given data are standard values.

#### Health and Safety

##### - Bulk Exothermic Reaction

The material curing reaction is exothermic. If the material is held in bulk the reaction is accompanied by a rapid build-up of exothermic heat. To avoid the risk of this bulk exothermy, containers of the material should in no circumstances be heated by e.g. hot plates or simple drum heaters. If heating a bulk quantity of the material is considered necessary, advice should be sought.

##### - Caution

The adhesive resins are generally quite harmless to handle provided that certain precautions normally taken when handling chemicals are observed. The uncured materials must not, for instance, be allowed to come into contact with foodstuffs or food utensils, and measures should also be taken to prevent the uncured materials, from coming into contact with skin, since people with particularly sensitive skins may be affected. The wearing of impervious rubber or plastic gloves will normally be necessary; likewise the use of eye protection. The skin should be thoroughly cleaned at the end of each working period by washing with soap and warm water. The use of solvents is to be avoided. Disposable paper - not cloth towels - should be used to dry the skin. Adequate ventilation of the working area is recommended. For further and more detailed precaution measures see the Health and Safety Data Sheet.

#### Dow Automotive Quality Management

Quality is our highest priority. Dow Automotive works with a highly modern Quality Management System which meets all international requirements of QS 9000, VDA-6 and ISO 9001.

The above information implies no liability as to the usage of our products. Since the applications, utilisation and processing of our products are beyond our control, the information given is not intended to replace your own trials with the products to establish their suitability for your particular application.

Our liability is limited to the value of the products supplied by us and used by you.

The information on this data sheet corresponds to the latest findings and supersedes all previous versions.

Dow Automotive AG  
CH-8807 Freienbach  
Tel. +41(0)55416 81 11  
Fax +41(0)55416 82 20

Dow Automotive (Deutschland) GmbH  
D-35683 Dillenburg  
Tel. +49(0)2771 8 71 40  
Fax +49(0)2771 87 14 70

Dow Automotive (Italia) S.r.l.  
I-20010 Bareggio (MI)  
Tel. +39(0)2 90 36 11 66  
Fax +39(0)2 90 27 66 98

Dow Automotive (España) S.A.  
E-28816 Camarma de Esteruelas (Madrid)  
Tel. +34 (9)1 886 61 43  
Fax +34 (9)1 885 75 60

Dow Automotive (France) S.A.  
F-60130 Saint-Just en Chaussée  
Tel. +33(0) 3 44 77 61 00  
Fax. +33(0) 3 44 77 61 61

Dow Automotive (UK) Ltd.  
GB-Nuneaton-Warwickshire CV10 7QT  
Tel. +44 (0) 24 7635 72 00  
Fax. +44 (0) 24 7635 72 57



## PŘÍLOHA 5

# Materiálový list lepidla BETAMATE 5096 (Dow Automotive)



**Dow Automotive**

Technical Datasheet

## BETAMATE 5096 Provisional

Rubber based Structural Adhesive

### Description / Application:

BETAMATE 5096 is a one component rubber based adhesive especially developed for the body shop. The adhesive is used in the car to increase the operation durability, the crash performance and the body stiffness.

### Properties:

- Good rheology performance for application, wash-off resistance and sagging
- Compatible with other mechanical and thermal joining techniques
- Good adhesion properties to steel, hot dipped galvanized steel and aluminium with various oils
- Good resistance to climatic ageing and corrosion

### Application:

The product is at temperatures about 40 up to 65°C applicable as a bead. It can be applied with the following parameters:

application speed	200 - 300 mm/s
temperatures:	
follower plate	45 - 50°C
follower plate - doser	Per heating zone approx. 5°C heat increase. Maximum temperature at doser 55°C.
nozzle	55 - 65°C

For an optimum tack of the adhesive, the parts to bond should be stored at 15°C or higher. In case of an application break longer than 30 minutes the heating of the application equipment should be switched of.

All Dow Automotive products are primarily developed in co-operation with the automobile manufacturers, according to their needs and their specifications; they are approved for the specific applications as defined by the customer.

The use of the product other than approved application have to be released in written form by the Technical Service of Dow Automotive.



### Technical Data:

<b>Basis</b>	Synthetic rubber
<b>Colour</b>	Pink
<b>Density 23°C (DIN 52451)</b>	Approx. 1.5 g/ml
<b>Solid Content</b>	> 99%
<b>Viscosity / Yield Stress (45°C, Bohlin, Casson Model)</b>	150 Pas / 550 Pa
<b>Curing conditions</b>	Minimum: 20min/165°C Maximum: 60min/220°C Induction curing conditions: 3.8 MPa after 20sec/180°C heat up time 10sec) Oven precuring conditions: 5+10min/140°C (5MPa for 0.2mm thickness)
<b>Shear Strength (DIN 53504) 30min/180°C</b>	16 MPa
<b>Elongation at break (DIN 53504) 30min/180°C</b>	Approx. 12%
<b>Young Modulus at 23°C (40 Hz, h=22mm, dia=3mm)</b>	1700 MPa
<b>Lap Shear Strength (DIN 53283) (hot dipped galvanized steel, bonded area 12.5x25x0.2mm) 30min/180°C</b>	10 MPa, cohesive failure
<b>T-Peel Strength (DIN EN ISO 11339) (hot dipped galvanized steel) 30min/180°C</b>	4 N/mm
<b>Impact Peel Strength (ISO 11343) (hot dipped galvanized steel) 25min/170°C</b>	15 N/mm
<b>Bonding Surface Preparation</b>	The material has been designed to tolerate up to 4 g/m <sup>2</sup> of surface oil.
<b>Application Tool</b>	<b>Cartridges:</b> hand-operated or pneumatic heated gun with mechanical piston. <b>Drums, pails:</b> heated pumping system.
<b>Cleaning</b>	Not compatible with epoxy materials.
<b>Containers</b>	Drums, pails: 25 kg pails with diameter 280mm, 250 kg drums Cartridges: 0.450 kg
<b>Shelf life</b>	Long time storage: 3 months at +5 to +35°C in unopened containers

The given data are standard values.



## Health and Safety:

### ■ Bulk Exothermic Reaction

The material curing reaction is exothermic. If the material is held in bulk the reaction is accompanied by a rapid build-up of exothermic heat. To avoid the risk of this bulk exothermy, containers of the material should in no circumstances be heated by e.g. hot plates or simple drum heaters. If heating a bulk quantity of the material is considered necessary, advice should be sought.

### ■ Caution

The adhesive resins are generally quite harmless to handle provided that certain precautions normally taken when handling chemicals are observed. The uncured materials must not, for instance, be allowed to come into contact with foodstuffs or food utensils, and measures should also be taken to prevent the uncured materials, from coming into contact with skin, since people with particularly sensitive skins may be affected. The wearing of impervious rubber or plastic gloves will normally be necessary; likewise the use of eye protection. The skin should be thoroughly cleaned at the end of each working period by washing with soap and warm water. The use of solvents is to be avoided. Disposable paper - not cloth towels - should be used to dry the skin. Adequate ventilation of the working area is recommended. For further and more detailed precaution measures see the Health and Safety Data Sheet.

## Notice:

Quality is our utmost goal. Dow Automotive works according to a modern quality management system conforming to international standard ISO/TS 16949:2002.  
All sites of Dow Automotive are certified according to ISO 14001:2004.

All statements, technical information and recommendations contained in this document are based on tests that we deem reliable. However, the customer is responsible to determine the suitability of the product for customer's intended purpose. No freedom from any patent owned by Dow or others is to be interfered.

NO WARRANTIES ARE GIVEN. ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED

### Dow Automotive

Dow Europe GmbH  
Wolleraustrasse 15-17  
CH-8807 Freienbach  
Tel. +41 (0)55 416 81 11  
Fax +41 (0)55 416 82 20

### Dow Automotive (España)

Dow Chemical Iberica S.L.  
Calle Camino del Corral, 7 (Pol. Ind. Alcamar)  
E-28816 Camarma de Esteruelas  
Tel. +34 (9)1 886 61 43  
Fax +34 (9)1 885 75 60

### Dow Automotive (USA)

The Dow Chemical Company  
250 Harmon Road  
Auburn Hills USA  
MI - 48326  
Tel. +001 248 391 63 00  
Fax +001 248 391 64 17

### Dow Automotive (Deutschland) GmbH

Am Kronberger Hang 4  
D-65824 Schwalbach  
Tel. +49 (0)619 65 66 0  
Fax +49 (0)6196 566 444

### Dow Automotive (UK)

Dow Chemical Company Limited  
2 Heathrow Boulevard  
284 Bath Road  
West Drayton  
Middlesex, UB7 0DQ  
Tel. +44 (0)208 917 500  
Fax +44 (0)208 917 5400

### Dow Automotive (France)

Dow France S.A.S.  
Z.I. Nord, route d'Amiens  
F-60130 Saint-Just en Chaussée  
Tel. +33 (0)3 44 77 61 00  
Fax +33 (0)3 44 77 61 61

### Dow Automotive (Italy)

Dow Italia s.r.l.  
Via Patrolo 21  
I-20151 Milan  
Tel. +39 (0)2 48 221  
Fax +39 (0)2 48 22 40 66



## PŘÍLOHA 6

# Materiálový list lepidla BETAGUARD RB 214BV (Dow Automotive)



**Dow Automotive**

Technisches Datenblatt

## BETAGUARD RB 214 BV

Abdichtungsklebstoff und Bördelnahtverkleber mit hoher Festigkeit /  
Impact Beständigkeit für Applikation im Rohbau

### Anwendung / Beschreibung :

BETAGUARD RB 214 BV ist ein kalt-pumpbarer, Kautschuk-basierender, durchschweisbarer Abdichtungsklebstoff mit hoher Festigkeit.

Er findet dort Einsatz, wo Abdichtungsoperationen oder Verklebungen kombiniert mit Schweißpunkten im Bereich Rohbau gefragt sind. Das Material kann auch als Bördelnahtverkleber verarbeitet werden. Betaguard RB 214 BV kann mit Induktion ( 20 Sek. bei 180°C) vorgehärtet werden.

Haftung auf öligem Metallsubstraten im Einsatz in der Automobil-Industrie, Durchschweisbarkeit ohne Verbrennung oder starke Geruchsbildung, gute Verträglichkeit zu Vorbehandlungs- und KTL-Bädern sowie gute Auswaschbeständigkeit für Fügedicke unter 2 mm sind gegeben.

Nach Aushärtung im KTL-Ofen weist BETAGUARD RB 214 BV gute Festigkeitswerte und hohe Impact Beständigkeit auf und zeigt ein gutes Korrosionsverhalten.



### **Technische Daten :**

Basis		Synthetisches Kautschuk
Farbe		Grau-schwarz
Dichte		ca. 1.5 g/cm <sup>3</sup>
Trockengehalt (1.5 Std. / 165°C)		> 99.0 %
Auslaufzeit (Severs) (Düse 5 mm Durchmesser 3 bars; 35°C)		50 – 150 g. / Min.
Volumenausdehnung		5 - 10 %
Wäscher- und KTL-Verträglichkeit		gut
Einbrennbedingungen	minimum	25 Min. / 155°C oder standard Lacklinienofen
	maximum	30 Min. / 220°C oder standard Lacklinienofen
Abrutschverhalten		< 2 mm. bei 35°C.

Techn. Datenblatt, BETAGUARD RB 214BV, status experimental, Ausgabe 1, 19/08/08, SP

Page 1 sur 2

Zugscherfestigkeit (DIN 53283) 12,5 x 25 mm	approx. 2,5 MPa mit Füge 2 mm. dick approx. 3 – 5 MPa mit Füge 0,2 mm. dick
Impact Beständigkeit (ISO 11 343) Schichtdicke 0,2 mm.	> 10 N./ mm. mit Energie 100 – 300 J. / m je nach Einbrennbedingungen
Korrosionsbeständigkeit	gut (ohne Unterwanderungskorrosion) nach 9 Zyklen 3C (D59 1336) auf Rohstahl und Feuerverzinktem Stahl
Temperaturbeständigkeit	max. 60 Min. 200°C
Lagerfähigkeit	> 3 Monate nach Auslieferung bei 5 - 35°C

---

### **Verarbeitung :**

Vorbereitung der Klebefläche	keine (Kleben auf öligem Blech mit max. 3.5 g Öl/m <sup>2</sup> )
Applikation	kalt pumpbar mit handelsübliche Kolben-, Zahnrad- oder Rotationspumpen für hobbocks und Fässer Minimum-Verhältnis bei Kolbenpumpen muss noch bestimmt werden.
Auftragstemperatur	Minimum 25°C. Maximum 45°C Bei 35°C wirkt eine deutliche Verbesserung der sofortigen Haftung dank schnellerer Ölaufnahme.
Lieferform	Kartuschen mit 300 ml Inhalt Hobbocks mit 22 Liter Inhalt Fässer mit 200 Liter Inhalt

---





**Dow Automotive Qualitätsmanagement:**

Qualität ist unser oberstes Gebot. Dow Automotive arbeitet mit einem modernen Qualitätsmanagement-System, das die internationalen Anforderungen nach ISO/TS 16949:2002 erfüllt.  
Umwelt: Alle Standorte von Dow Automotive sind nach ISO 14001:1996 zertifiziert.

Alle vorstehenden Angaben, technischen Daten und Empfehlungen beruhen auf Prüfungen, die nach unserem Ermessen zuverlässig sind. Dennoch kann die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben, Daten und Empfehlungen nicht garantiert werden, da der Verwender vor Gebrauch des Produktes dessen Eignung für einen bestimmten Verwendungszweck selbst prüfen sollte.

Dow übernimmt keine Haftung aus diesem Dokument, und sämtliche Garantien ausdrücklicher oder stillschweigender Art, einschliesslich der stillschweigenden Gewährleistung für Verkaufsfähigkeit und Eignung für einen bestimmten Zweck werden hiermit ausgeschlossen. Weder Verkäufer noch Hersteller sind, aus welchem Rechtsgrund auch immer, für direkten, zufälligen oder kausal bedingten Schaden aus der Verwendung oder der Unfähigkeit der Verwendung des Produktes haftbar. Dow's einzige Verpflichtung ist der Ersatz von schadhaften Produkten.

Dow France S.A.S  
Z.I. Nord, route d'Amiens  
F-60130 St-Just-en-Chaussée  
Tel. +33 (0) 3 44 77 61 00  
Fax. +33 (0) 3 44 77 61 61

Dow Automotive UK Ltd.  
GB-Nuneaton Warwickshire  
CV107QT  
Tel. +44 (0) 1203 35 72 00  
Fax. +44 (0) 1203 35 72 57

Dow Automotive (Deutschland) GmbH  
Am Kronberger Hang 4  
D- 65824 Schwalbach  
Tel. +49 (0) 6196 566 0  
Fax. +49 (0) 6196 566 444

Dow Automotive (Italien) SRL  
Via Patrolo (Sales office)  
I-20151 Milan  
Tel. +39 (0) 2 48 221  
Fax. +39 (0) 2 48 22 40 66

Dow Automotive (España) S.L.  
C/ Camino del Corral, 7  
E-28816 Camarma de Esteruelas (Madrid)  
Tel. +34 (9) 1886 81 43  
Fax. +34 (9) 1886 75 60

Dow Automotive (Switzerland)  
Wolleraustrasse 15-17  
CH-8807 Freienbach  
Tel. +41 (0) 55 416 81 11  
Fax. +41 (0) 55 416 82 20

Dow Automotive (USA)  
1250 Harmon Road  
Auburn Hills, MI - 48326  
Tel. +001 248 391 63 00  
Fax +001 248 391 64 17





PŘÍLOHA 7

## Materiálový list lepidla SIKA POWER 492 G (SIKA)

Produktdatenblatt  
Ausgabe 02 / 2009

### SikaPower®-492G

Der semi-crashfeste Bördelfalzklebstoff

#### Materialkennwerte

Chemische Basis	Epoxid-Hybrid
Farbe (CQP <sup>1</sup> 001)	Schwarz
Gefahrenkennzeichnung	Xi, N
Nichtflüchtige Anteile (CQP 576)	> 99 %
Dichte vor / nach Aushärtung (CQP 576)	ca. 1.30 / 1.35 kg/l
Applikationstemperatur	50 - 60°C (Düse)
Viskosität; 50°C, Oszillations 5 Hz, P/P 25 mm, 1 mm Spalt (CQP 584-1)	ca. 1000 Pa·s
Härtungszeit / Objekttemperatur	20 Min. / 175°C
Zugscherfestigkeit <sup>2</sup> , bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 20 MPa
Zugscherfestigkeit <sup>2</sup> , -30°C / +80°C, bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 22 / 15 MPa
Zugscherfestigkeit <sup>2</sup> , 20' 160°C / 40' 200°C, bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 19 / 18 MPa
Zugscherfestigkeit <sup>3</sup> , Blechstärke 1.5 mm, bei 0.3 mm (CQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 30 MPa
Dynamischer Spaltwiderstand <sup>4</sup> (CQP 580-3,-6 / ISO 11343)	ca. 30 N/mm
Winkelschälkraft <sup>5</sup> (CQP 580-2,-6 / ISO 11339)	ca. 9 N/mm
Zugfestigkeit <sup>6</sup> (CQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 30 MPa
Bruchdehnung <sup>6</sup> (CQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 8 %
Glasumwandlungstemperatur, DMTA (CQP 509 / DIN EN ISO 6721, EN 61006)	ca. 105°C
Haltbarkeit bei 23°C (CQP 584-1)	8 Monate

<sup>1</sup> CQP = Corporate Quality Procedures

<sup>2</sup> DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 10 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 10 mm/Min.

<sup>3</sup> H320 ZE 50/50 1.5 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 10 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 10 mm/Min.

<sup>4</sup> DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 20 x 30 x 0.3 mm; Auftreffgeschwindigkeit: 2.0 m/s.

<sup>5</sup> DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 100 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 100 mm/Min.

<sup>6</sup> Zuggeschwindigkeit: 2 mm/Min.

#### Beschreibung

SikaPower®-492G (LVP) ist ein einkomponentiger, wärmepflanzter, hitzehärtender, hochstruktureller, zähmodifizierter Klebstoff auf Epoxidharz-Basis.

SikaPower®-492G (LVP) ist zur Verklebung von Blechen im Rohbau konzipiert, wobei der Klebstoff durch Wärme, zum Beispiel im KTL-Ofen, zu einem hoch belastbaren Duromer aushärtet.

SikaPower®-492G (LVP) wird in Übereinstimmung mit dem Qualitätssicherungs-System ISO-9001/14001 und dem Responsible Care Programm hergestellt.

#### Produktvorteile

- Einkomponentig
- Hochfest
- Haftung auf beölten Untergründen
- Hohe Auswaschbeständigkeit
- Geeignet zum Fügen unterschiedlicher Metalle
- Enthält feine Glaskugeln
- Ermöglicht verzugsfreies Fügen
- Schützt zusätzlich vor Korrosion
- Keine Beschädigung der Füge-teile
- Enthält keine Lösemittel, PVC oder freie Isocyanate

#### Anwendungsbereich

SikaPower®-492G (LVP) ermöglicht das hochstrukturelle Verbinden von verschiedenen Metallarten. Der Klebstoff ist geeignet zur Anwendung als Bördelfalzklebstoff. Die im Klebstoff enthaltenen Glaskugeln sorgen für eine uniforme Klebschichtdicke im Spalt und verhindern ein übermässiges Ausquetschen des Klebstoffes. Das Verkleben von beölten Untergründen (gängige Korrosionsschutz-, Tiefziehhöle, ca. 2 g/m<sup>2</sup>) ist aufgrund der Ölaufnahme bei der Heisshärtung möglich.



SikaPower®-492G (LVP) 1 / 2



#### Verarbeitungshinweise

SikaPower®-492G (LVP) wird im Raupenauftrag mit einem empfohlenen Durchmesser von 1 bis 3 mm appliziert. SikaPower®-492G (LVP) wird bei der Abfüllung mit einer Maschenweite von 300 µm filtriert.

Aufgrund der temperaturabhängigen Viskosität (siehe Diagramm 1) müssen alle Anlagenteile, die mit dem Klebstoff in Berührung kommen beheizt werden. Wir empfehlen eine stufenweise Temperierung von der Fassfolgeplatte (40°C) bis zur Applikationstemperatur (Düse, 55°C). Zur Schonung der Dichtungen und zur besseren Entnahme der aufgeschnittenen Folien-Rondelle empfehlen wir dringend, das neue Gebinde 15 Minuten vorzuwärmen und erst dann die Folien-Rondelle zu entfernen. Bei längeren Stillstandzeiten (z.B. nachts oder am Wochenende) empfehlen wir die Anlage auszuschalten und den Druck zu entlasten (Pumpe und Dosierer).

Die im Klebstoff enthaltenen Glaskugeln beeinflussen den Auftrag mit herkömmlichen Applikationsanlagen nicht.

Zwischen Applikation und Härtung darf kein zu grosser Zeitraum liegen, da durch Feuchtigkeit Aufnahme (vom Klima abhängig) bei der thermischen Härtung eine Blasenbildung nicht ausgeschlossen werden kann. Ein Anhaltswert zur Prozessplanung: Eine Blasenbildung bei Lagerung bei 23°C und 80% relative Luftfeuchte im gefügten Zustand über zwei Wochen wurde nicht beobachtet, ein Abfall des dynamischen Spaltwiderstands wurde auch nach vier Wochen nicht festgestellt. Wird diese Zeit jedoch überschritten, ist eine Vorhärtung von 15 Minuten bei 160°C (Objekttemperatur) notwendig.

Für eine projektbezogene Beratung zur Applikationstechnik wenden Sie sich bitte an die Abteilung Corporate System Engineering (Sika Services AG). Für anwendungsbezogene Beratung (Technischer Service) wenden Sie sich bitte an die Sika Automotive GmbH.

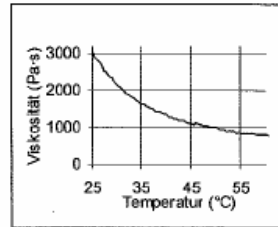


Diagramm 1: Viskosität in Abhängigkeit der Temperatur (Gerät: Physica)

#### Härtung

SikaPower®-492G (LVP) wird mit Hilfe von Wärme ausgehärtet. Die Aushärtung ist sowohl temperatur- wie auch zeitabhängig. Als Wärmequellen kommen insbesondere Konvektionsöfen zur Anwendung. Eine maximale Temperatur von 220°C darf dabei nicht überschritten werden.

#### Weitere Informationen

Folgende Dokumente sind auf Anfrage erhältlich:

- Sicherheitsdatenblatt
- Pumpenspezifikation

#### Gebindeeinheiten

Kartuschen	310 ml
Hobbock <sup>1)</sup>	23 l
Hobbock	50 l
Fass	195 l

<sup>1)</sup> 280 mm Durchmesser

#### Messwerte

Alle in diesem Produktdatenblatt aufgeführten technischen Daten stammen aus Laborversuchen. Von uns nicht beeinflussbare Umstände können zu Abweichungen der effektiven Werte führen.

#### Länderspezifische Daten

Die Angaben in diesem Produktdatenblatt sind gültig für das entsprechende, von der Sika Schweiz AG ausgelieferte Produkt. Bitte berücksichtigen Sie, dass die Angaben in anderen Ländern davon abweichen können; beachten Sie im Ausland das lokale Produktdatenblatt.

#### Wichtige Sicherheitshinweise

Für detaillierte Angaben betreffend Sicherheit, Lagerung und Verwendung des entsprechenden Produkts, konsultieren Sie das aktuelle Sicherheitsdatenblatt.

#### Rechtliche Hinweise

Die vorstehenden Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall, vorausgesetzt die Produkte wurden sachgerecht gelagert und angewandt. Wegen der unterschiedlichen Materialien, Untergründen und abweichenden Arbeitsbedingungen kann eine Gewährleistung eines Arbeitsergebnisses oder eine Haftung, aus welchem Rechtsverhältnis auch immer, weder aus diesen Hinweisen, noch aus einer mündlichen Beratung begründet werden, es sei denn, dass uns insoweit Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt. Hierbei hat der Anwender nachzuweisen, dass er schriftlich alle Kenntnisse, die zur sachgemässen und erfolgversprechenden Beurteilung durch Sika erforderlich sind, Sika rechtzeitig und vollständig übermittelt wurden. Der Anwender hat die Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Anwendungszweck zu prüfen. Änderungen der Produktspezifikationen bleiben vorbehalten. Schutzrechte Dritter sind zu beachten. Im Übrigen gelten unsere jeweiligen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Es gilt das jeweils neueste Produktdatenblatt, das von uns angefordert werden sollte.



Weiter Informationen unter:

[www.sika.ch](http://www.sika.ch)  
[www.sika.com](http://www.sika.com)

Sika Automotive GmbH  
Reichsbahnstraße 99  
D-22525 Hamburg  
Germany  
Tel. +49 40 5400-0  
Fax +49 40 54002-241



SikaPower®-492G (LVP) 2 / 2



PŘÍLOHA 8

## Materiálový list lepidla SIKA POWER BFK 5 (SIKA)

Provisorisches Technisches Merkblatt  
Version Juli 2008

### SikaPower® BFK 5 (Laborversuchsprodukt) Der Bördelfalzklebstoff

#### Materialkennwerte

Chemische Basis	Epoxid-Hybrid
Farbe (CSQP <sup>1</sup> 001)	Schwarz
Gefahrenkennzeichnung	Xi, N
Nichtflüchtige Anteile (CSQP 576)	> 99 %
Dichte vor / nach Aushärtung (CSQP 576)	ausstehend
Applikationstemperatur	50 - 60°C (Düse)
Viskosität; 50°C, Oszillations 5 Hz, P/P 25 mm, 1 mm Spalt (CSQP 584-1)	ca. 800 Pa·s
Härtungszeit / Objekttemperatur	20 Min. / 175°C
Zugscherfestigkeit <sup>2</sup> , bei 0.3 mm (CSQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 20 MPa
Zugscherfestigkeit <sup>2</sup> , -30°C / +80°C, bei 0.3 mm (CSQP 580-1,-6 / EN 1465)	ausstehend
Zugscherfestigkeit <sup>2</sup> , 20' 160°C / 40' 200°C, bei 0.3 mm (CSQP 580-1,-6 / EN 1465)	ausstehend
Zugscherfestigkeit <sup>3</sup> , Blechstärke 1.5 mm, bei 0.3 mm (CSQP 580-1,-6 / EN 1465)	ca. 30 MPa
Dynamischer Spaltwiderstand <sup>4</sup> (CSQP 580-3,-6 / ISO 11343)	ca. 30 N/mm
Winkelschälkraft <sup>5</sup> (CSQP 580-2,-6 / ISO 11339)	ca. 8 N/mm
Zugfestigkeit <sup>6</sup> (CSQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 27 MPa
Bruchdehnung <sup>6</sup> (CSQP 580-5,-6 / ISO 527)	ca. 5 %
Glasumwandlungstemperatur, DMTA (CSQP 509 / DIN EN ISO 6721, EN 61006)	ca. 100°C
Haltbarkeit bei 23°C (CSQP 584-1)	6 Monate

<sup>1</sup>CSQP = Corporate Sika Quality Procedures

<sup>2</sup>DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 10 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 10 mm/Min.

<sup>3</sup>H320 ZE 50/50 1.5 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 10 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 10 mm/Min.

<sup>4</sup>DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 20 x 30 x 0.3 mm; Auftreffgeschwindigkeit: 2.0 m/s.

<sup>5</sup>DC 04 ZE 75/75 0.8 mm; 2 g/m<sup>2</sup> Anticoril PL 3802-39 S; Verklebung: 25 x 100 x 0.3 mm; Zuggeschwindigkeit: 100 mm/Min.

<sup>6</sup>Zuggeschwindigkeit: 2 mm/Min.

#### Beschreibung

SikaPower® BFK 5 (LVP) ist ein einkomponentiger, warmapplizierbarer, hitzehärtender, hochstruktureller, zähmodifizierter Klebstoff auf Epoxidharz-Basis.

SikaPower® BFK 5 (LVP) ist zur Verklebung von Blechen im Rohbau konzipiert, wobei der Klebstoff durch Wärme, zum Beispiel im KTL-Ofen, zu einem hoch belastbaren Duomer aushärtet.

SikaPower® BFK 5 (LVP) wird in Übereinstimmung mit dem Qualitätssicherungs-System ISO 9001/14001 und dem Responsible Care Programm hergestellt.

#### Produktvorteile

- Einkomponentig
- Hochfest
- Haftung auf beölten Untergründen
- Hohe Auswaschbeständigkeit
- Geeignet zum Fügen unterschiedlicher Metalle
- Enthält Glaskugeln
- Ermöglicht verzugsfreies Fügen
- Schützt zusätzlich vor Korrosion
- Enthält Beschädigung der Füge-teile
- Enthält keine Lösemittel, PVC oder freie Isocyanate

#### Anwendungsbereich

SikaPower® BFK 5 (LVP) ermöglicht das hochstrukturelle Verbinden von verschiedenen Metallarten. Der Klebstoff ist geeignet zur Anwendung in Kombination mit Punktschweißen, Nieten, Clinchen und anderen mechanischen Fügeverfahren oder um diese teilweise zu ersetzen. Das Verkleben von beölten Untergründen (gängige Korrosionsschutz-, Tiefziehöle, ca. 2 g/m<sup>2</sup>) ist aufgrund der Ölaufnahme bei der Heißhärtung möglich.





#### Verarbeitungshinweise

SikaPower® BFK 5 (LVP) wird im Raupenauftrag mit einem empfohlenen Durchmesser von 1 bis 3 mm appliziert. SikaPower® BFK 5 (LVP) wird bei der Abfüllung mit einer Maschenweite von 300 µm filtriert.

Aufgrund der temperaturabhängigen Viskosität (siehe Diagramm 1) müssen alle Anlagenteile, die mit dem Klebstoff in Berührung kommen beheizt werden. Wir empfehlen eine stufenweise Temperierung von der Fassfolgeplatte (40°C) bis zur Applikationstemperatur (Düse, 55°C). Zur Schonung der Dichtungen und zur besseren Entnahme der aufgeschnittenen Folien-Rondelle empfehlen wir dringend, das neue Gebinde 15 Minuten vorzuwärmen und erst dann die Folien-Rondelle zu entfernen. Bei längeren Stillstandzeiten (z.B. nachts oder am Wochenende) empfehlen wir die Anlage auszuschalten und den Druck zu entlasten (Pumpe und Dosierer).

Zwischen Applikation und Härtung darf kein zu grosser Zeitraum liegen, da durch Feuchtigkeitsaufnahme (vom Klima abhängig) bei der thermischen Härtung eine Blasenbildung nicht ausgeschlossen werden kann. Ein Anhaltswert zur Prozessplanung: Eine Blasenbildung bei Lagerung bei 23°C und 80% relative Luftfeuchte im gefügten Zustand über zwei Wochen wurde nicht beobachtet, ein Abfall des dynamischen Spaltwiderstands wurde auch nach vier Wochen nicht festgestellt. Wird diese Zeit jedoch überschritten, ist eine Vorhärtung von 15 Minuten bei 160°C (Objekttemperatur) notwendig.

Für eine projektbezogene Beratung zur Applikationstechnik wenden Sie sich bitte an die Abteilung Corporate System Engineering (Sika Services AG). Für anwendungsbezogene Beratung (Technischer Service) wenden Sie sich bitte an die Sika Automotive GmbH.

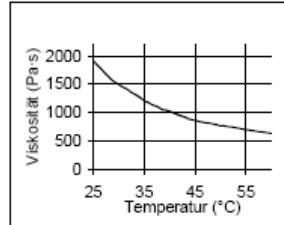


Diagramm 1: Viskosität in Abhängigkeit der Temperatur

#### Härtung

SikaPower® BFK 5 (LVP) wird mit Hilfe von Wärme ausgehärtet. Die Aushärtung ist sowohl temperatur- wie auch zeitabhängig. Als Wärmequellen kommen insbesondere Konvektionsöfen zur Anwendung. Eine maximale Temperatur von 220°C darf dabei nicht überschritten werden.

#### Weitere Informationen

Folgende Dokumente sind auf Anfrage erhältlich:

- Sicherheitsdatenblatt
- Pumpenspezifikation

#### Gebindeeinheiten

Kartuschen	310 ml
Hobbock <sup>1)</sup>	23 l
Hobbock	50 l
Fass	195 l

<sup>1)</sup> 280 mm Durchmesser

#### Wichtig

Jede Abweichung von den hier beschriebenen Parametern und Änderung der Einsatz-, Verarbeitungs- und Aushärtungsbedingungen (zum Beispiel Applikationsdruck, Temperatur von Applikationsgerät und Härtung bzw. Durchlaufzeit) muss dem technischen Berater mitgeteilt werden.

Für Umgang, Lagerung und Entsorgung sind die physikalischen, sicherheitstechnischen, toxikologischen und ökologischen Daten dem stoffspezifischen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen.

#### Hinweis

Die vorstehenden Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall. Wegen der unterschiedlichen Materialien, Untergründen und abweichenden Arbeitsbedingungen kann eine Gewährleistung eines Arbeitsergebnisses oder eine Haftung, aus welchem Rechtsverhältnis auch immer, weder aus diesen Hinweisen, noch aus einer mündlichen Beratung begründet werden, es sei denn, dass uns soweit Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt. Hierbei hat der Anwender nachzuweisen, dass er schriftlich alle Kenntnisse, die zur sachgemässen und erfolgsversprechenden Beurteilung erforderlich sind, rechtzeitig und vollständig zu unserer Kenntnis übermittelt hat. Schutzrechte Dritter sind zu beachten. Im übrigen gelten unsere jeweiligen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Es gilt das jeweils neueste Technische Merkblatt, das von uns angefordert werden sollte.



Sika Schweiz AG  
Tüffenwies 16  
CH-8048 Zürich  
Schweiz  
Tel. +41 44 436 40 40  
Fax +41 44 436 55 88

Sika Automotive GmbH  
Reichsbahnstr. 99  
D-22625 Hamburg  
Deutschland  
Tel. +49 40 540 02 0  
Fax +49 40 540 02 241



SikaPower® BFK 5 (LVP) 2 / 2



PŘÍLOHA 9

## Materiálový list lepidla TEROKAL 8026 GB 25 ( HENKEL)



### Technologies

Technický informační list

#### **Terokal-8026GB-25**

Jednokomponentní lepidlo na kov  
pro lepení surového plechu  
bez rozpouštědel, vytvrzované teplem

**Základ: směs polymerů**

Stav: 2007-04-04

<b>Charakteristika</b>	Terokal-8026GB-25 je lepidlo na kov neobsahující rozpouštědla na bázi směsi epoxid-PVC, které pro dosažení odolnosti vůči vymývání předželatínuje při teplotě minimálně 80 °C. Předželatinace se může provést v sušce svařovny, indukčním ohřevem, IČ zářičem nebo podobně. Vyteklý materiál se po předželatinaci může dát odstranit okartáčováním. K dosažení maximální pevnosti se materiál vytvrzuje při teplotách 160 až 220 °C. Terokal-8026GB-25 se vyznačuje dobrou přilnavostí za chladu při -40 °C. Terokal-8026GB-25 obsahuje skleněné kuličky o průměru 90 až 150 µm. Tím je při přitisknutí plechových dílů zajištěna minimální tloušťka vrstvy.	
<b>Použití</b>	Terokal-8026GB-25 se používá ve svařovně pro lepení lemů na dveřích, zadní a přední kapotě.	
<b>Technické údaje</b>	barva:	světle modrá
	hustota:	cca 1,53 g/cm <sup>3</sup>
	sušina:	>99%
	obsah popela:	cca 35%
	viskozita:	35 Pas ± 10%
	měřicí přístroj:	Physica
	systém:	UDS 200 PP-20
	teplota:	20 °C
	přilnavost:	dobrá vazba na zamaštěném a pozinkovaném surovém plechu, stejně tak na Al plechu
	elasticita:	houževnatě elastický
	korozní odolnost:	bez podkorodování a ztráty přilnavosti
	(solná mlha podle DIN 50021:	
	(35°C, 5% roztok NaCl, 500 h)	
	kondenzace-proměnné klima:	bez podkorodování a ztráty přilnavosti
	(240 h podle DIN EN 50017-KFW)	
	pevnost ve smyku:	>2,8 MPa
	(dle DIN EN 1465)	
	při pokojové teplotě:	>12 MPa kohezní
	při 90 °C:	>7MPa kohezní





při -35 °C:	>15 MPa adhezní
materiálové konstanty:	
E-modul:	700 MPa
pevnost ve smyku:	12 MPa
protažení:	4,2%
příčná kontrakce:	0,4
lepená plocha:	10 mm x 25 mm
tloušťka vrstvy:	0,15 mm
ocelový plech ST 1405	0,8 mm
rychlost posuvu:	10 mm/min
teplota zpracování:	15 až 35 °C při vyhřívání nanášecí trysce a dodržování vypínacích časů
teplota použití:	-40 °C až 80 °C

## Zpracování

### Upozornění

Před zahájením zpracování je nutno informovat se z bezpečnostního listu o opatřeních z hlediska bezpečnosti práce. I u produktů, které nepodléhají nutnosti varovného značení, je nutno dodržovat obecné pokyny pro práci s chemikáliemi.

### Zpracování

Pro zpracování Terokalu-8026 GB-25 z hoboků nebo sudů se používají vysokotlaké pumpy z převodním poměrem minimálně 48:1.

Přítlačná deska, pumpa a hadice rozvodu materiálu se řeší jako neohříváné. Aby byla zajištěna rovnoměrná viskozita produktu nezávisle na teplotě v hale, doporučuje se jako vyhřívání řešit přívod k dávkovači (hadice) a nanášecí pistole. Teplota materiálu nesmí překročit v žádném případě 35°C, protože zvláště při delších prodlevách může dojít ke zvýšení viskozity vlivem začínající želatiny materiálu. Při přestávkách výroby delších než 60 min by se měl vypnout ohřev a celý systém od pumpy až po nanášecí hadici by se měl odtlakovat.

Terokal-8026 GB-25 se může zpracovávat nanášecí pistolí (průměr trysky 1 až 3 mm) ve formě housenky ručně nebo pomocí automatického nanášecího zařízení. Materiál je možno zpracovávat i jako tenký paprsek, případně nanášením ve spirále („swirl“), jak způsobem s rotujícím vzduchovým kuzelem, případně rotující tryskou. Při tom se proud materiálu netrhá, ale pouze plošně rozmitá, takže dochází k plošnému nanášení bez přestříků.

Nanášení se provádí na zaolejovaný plech, který může být elektrolyticky nebo žárově zinkovaný, případně bez povlaku.

### Předželatinace

K dosažení odolnosti vůči vymývání je třeba Terokal-8026 GB-25 předželatiny. To lze provést pomocí indukčního nebo IČ ohřevu, např. 10 s při 160 °C, případně v sušce nad 80°C, nejlépe 15 min při 140 °C.

### Vytvrzení

K dosažení optimální pevnosti se ukázaly jako nejvýhodnější tyto podmínky vytvrzení:

>15 min 160°C

<15 min 220°C

V obou případech se jedná o teplotu objektu.



<b>Skladování</b>	nebezpečí zmrznutí: doporučená teplota: skladovatelnost:	ano, podmíněně 15 °C až 25 °C 4 měsíce
<b>Balení</b>	sud	200 l
<b>Bezpečnostní pokyny</b>	viz bezpečnostní list DIN	
<b>Označení pro dopravu</b>		

**Upozornění** Naše údaje odpovídají stávající úrovni chemického a technického vývoje, nekladou si nárok na úplnost. Nejlepší cesta, jak se vyhnout nezdarům, za které nemůžeme nést zodpovědnost, je provedení vlastních pokusů. Proto rozdílné způsoby použití a zpracování materiálů vyžadují od-souhlasení pro dané podmínky.

Vydáním tohoto technického listu ztrácí všechna předešlá vydání svoji platnost.



podnik skupiny Henkel

Henkel Teroson GmbH  
Postfach 105620  
D-69112 Heidelberg  
Hans-Bunte-Straße 4  
D-69123 Heidelberg  
Telefon +49-6221-704-0  
Fax +49-6221-704-698

Zastoupení v ČR:  
Henkel ČR s.r.o.  
Divize TT  
U Průhonu 10  
170 04 Praha 7  
Tel. +420-220101531  
Fax +420-220101533





PŘÍLOHA 10

## Materiálový list maziva ANTICORIT PL 3802-39 S

### Produkt- I N F O R M A C E



### ANTICORIT PL 3802-39 S

PI 3-4211

#### Popis

ANTICORIT PL 3802-39 S je olej typu Prelube, to znamená ochranný antikorozi olej i tvářecí mazivo pro použití v ocelárnách.

ANTICORIT PL 3802-39 S se vyznačuje následujícími speciálními vlastnostmi:

- bezpečná antikorozi ochrana i za extrémních klimatických podmínek
- optimální tvářecí výkon i pro obtížné tahy
- vhodnost pro zúšlechťené plechy (Z, ZE, ZNE, ZF, fosfátované i nefosfátované), jakož i pro normální ocelové plechy
- snadná odstranitelnost i po stárnutí a tepelném zatížení
- kompatibilita se všemi běžnými lepicími systémy při výrobě automobilů
- vysoká snášlivost s katalytickými laky a laky s nízkým obsahem rozpouštědel a pigmentů
- nezatěžuje pracovní prostředí díky základovému oleji bez obsahu těžkých kovů a halogenů a s nízkým obsahem aromátů.

ANTICORIT PL 3802-39 S se používá převážně jako konzervační olej v ocelárnách, může však být nanesen i jako tvářecí látka bezprostředně před tvářením.

#### Použití

Nanášení lze provádět všemi způsoby nástřiku (přednostně elektrostaticky) ale také naválčováním.

Doporučená pracovní teplota pro nástřik a filtraci je 40 - 65 °C.

Jako u všech tixotropních látek může dojít po delší době skladování k lehkému usazování látek, zajišťujících tixotropní účinky.

ANTICORIT PL 3802-39 S je skladovatelný v uzavřeném originálním balení při teplotě 5 - 40 °C minimálně 5 let.

#### Charakteristika

Vlastnosti	Jednotka	Údaje	Zkouška dle
Číslo barvy	-	3,5	DIN ISO 2049
Hustota při 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	915	DIN 51 757
Viskozita při 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	60	DIN 51 562
Bod vzplanutí	°C	196	DIN ISO 2592
Obsah vody	% hmotnosti	< 0,2	DIN 51 777-2
Odstranitelnost	-	vyhovuje	VW 52.02
Obsah aromátů v základovém oleji	% hmotnosti	< 7	Zkušební metoda VN čis. TML 1 *)
<b>Antikorozi vlastnosti (St 1405)</b>			
Kondenzační komora	h	200	ASTM D 1748
Klimatická komora	cykly	> 20	DIN 51 386-1
Solná komora	h	24	DIN 50 021 SS

\*) VM = zkušební metoda Vauxhall Motors Limited



## PŘÍLOHA 11

### Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo BETAMATE 1496 F A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

#### Vstupní hodnoty

Testované lepidlo:	<b>BETAMATE 1496F</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

#### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	2670.17	27.65
2	987.91	20.50
3	1018.02	24.12
4	1083.07	27.49
5	3069.48	26.75

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	1765.73	25.30
Směrodatná odchylka	1018.31	3.04

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>30 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>70 [%]</b>
<b>AF:</b>	





## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo BETAMATE 1496 F B.(vytvrzeno v KTL)

### Vstupní hodnoty

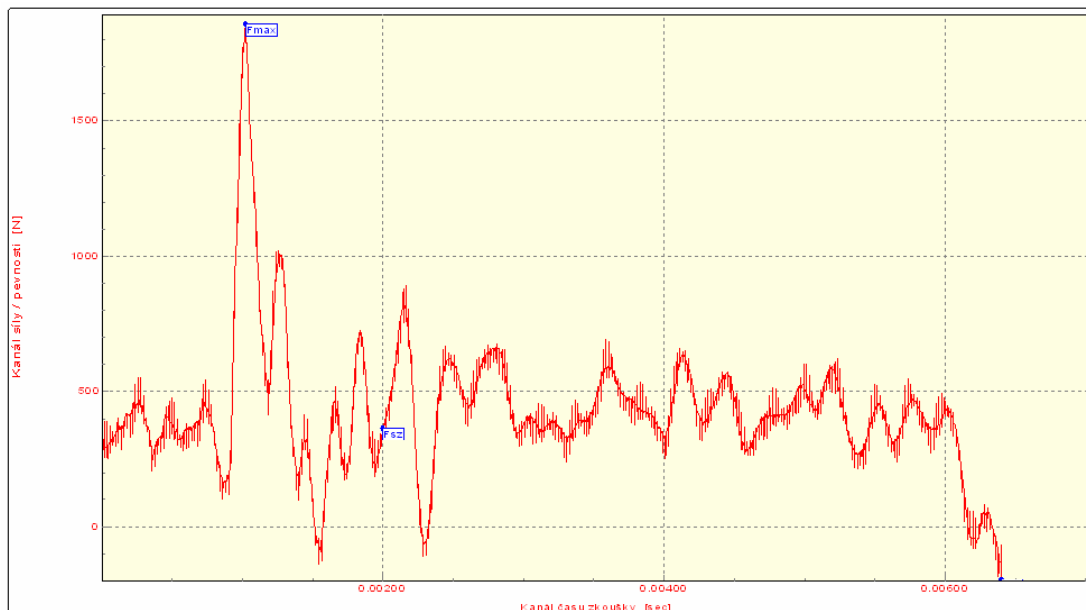
Testované lepidlo:	<b>BETAMATE 1496F</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F max N	Fs/mm N/mm
1	1823.89	24.05
2	1857.86	20.81
3	1849.97	20.06
4	2388.55	22.29
5	731.59	24.78

Statistická hodnota	F max N	Fs/mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	1730.37	22.40
Směrodatná odchylka	606.23	2.02

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>30 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>70 [%]</b>
<b>AF:</b>	





## PŘÍLOHA 12

### Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo **BETAMATE 1040** A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

#### Vstupní hodnoty

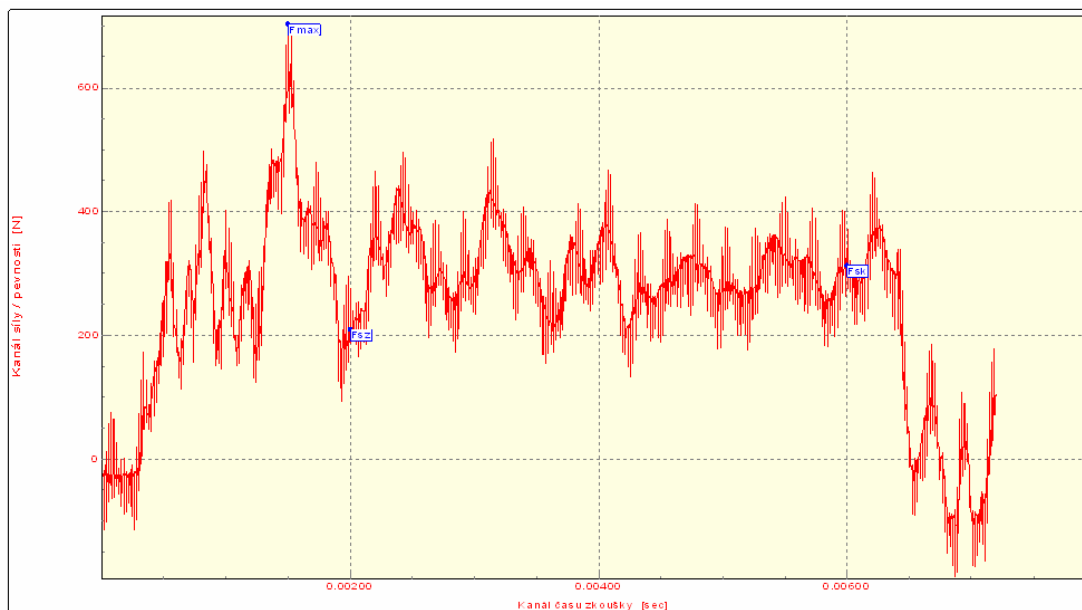
Testované lepidlo:	<b>BETAMATE 1040</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

#### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	677.65	13.71
2	694.23	15.97
3	673.94	14.26
4	624.84	14.80
5	703.09	15.46

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	674.75	14.84
Směrodatná odchylka	30.34	0.90

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	





## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo **BETAMATE 1040** **B.(vytvrzeno v KTL)**

### Vstupní hodnoty

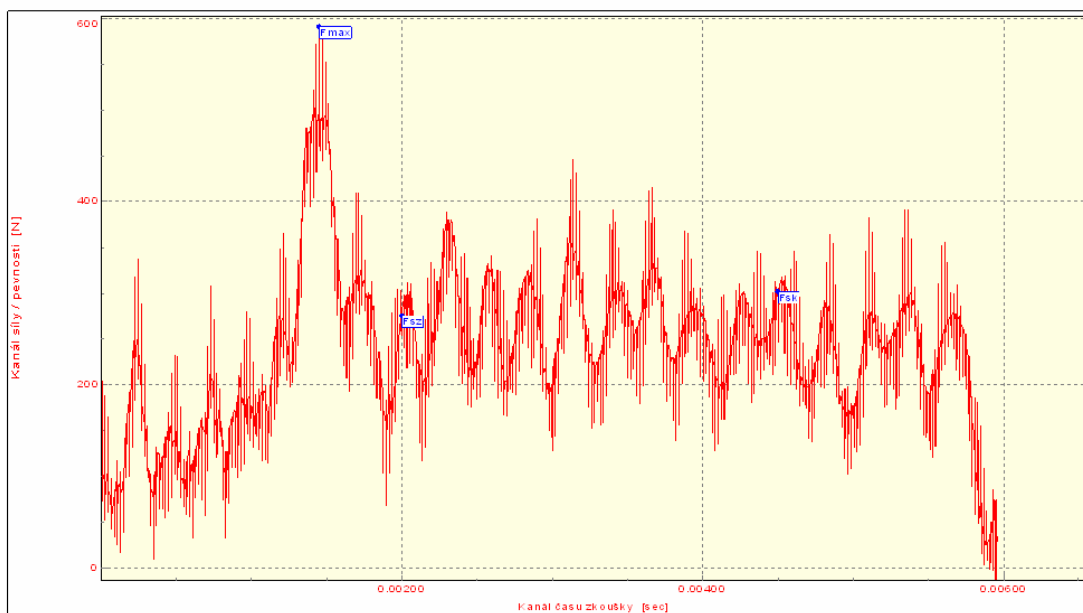
Testované lepidlo:	<b>BETAMATE 1040</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	566.71	11.86
2	833.51	13.22
3	600.36	10.55
4	591.02	13.54

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	4	4
Průměrná hodnota	647.90	12.29
Směrodatná odchylka	124.55	1.37

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	





## PŘÍLOHA 13

# Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo BETAMATE 5096 A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

## Vstupní hodnoty

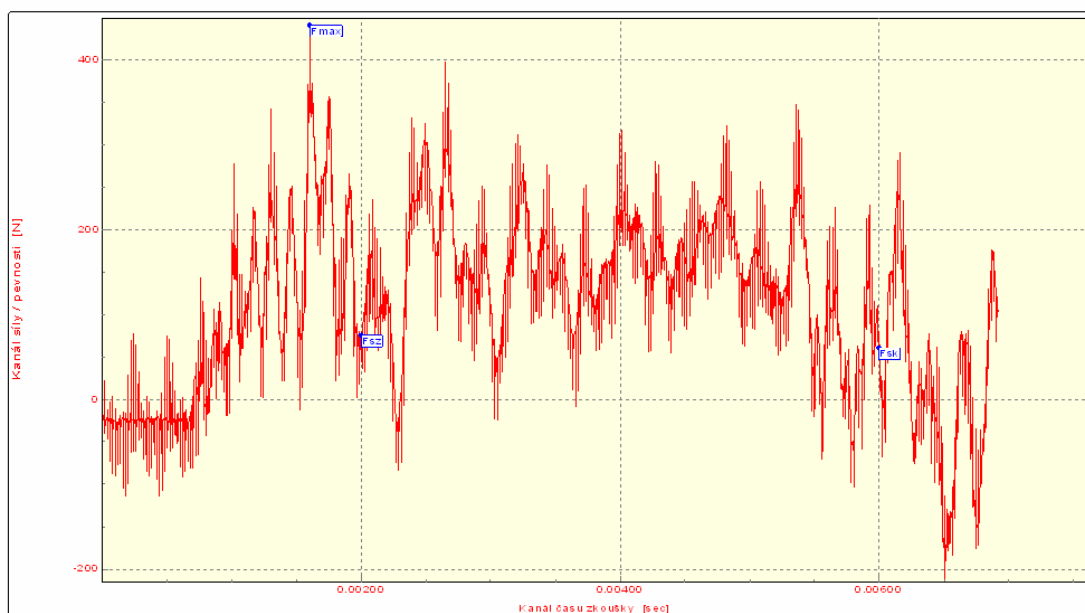
Testované lepidlo:	<b>BETAMATE 5096</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

## Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	440.80	7.60
2	572.83	7.91
3	416.97	6.98
4	568.80	8.60
5	435.17	7.17

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	486.91	7.65
Směrodatná odchylka	77.11	0.64

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>80 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>20 [%]</b>
<b>AF:</b>	





## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo BETAMATE 5096 B.(vytvrzeno v KTL)

### Vstupní hodnoty

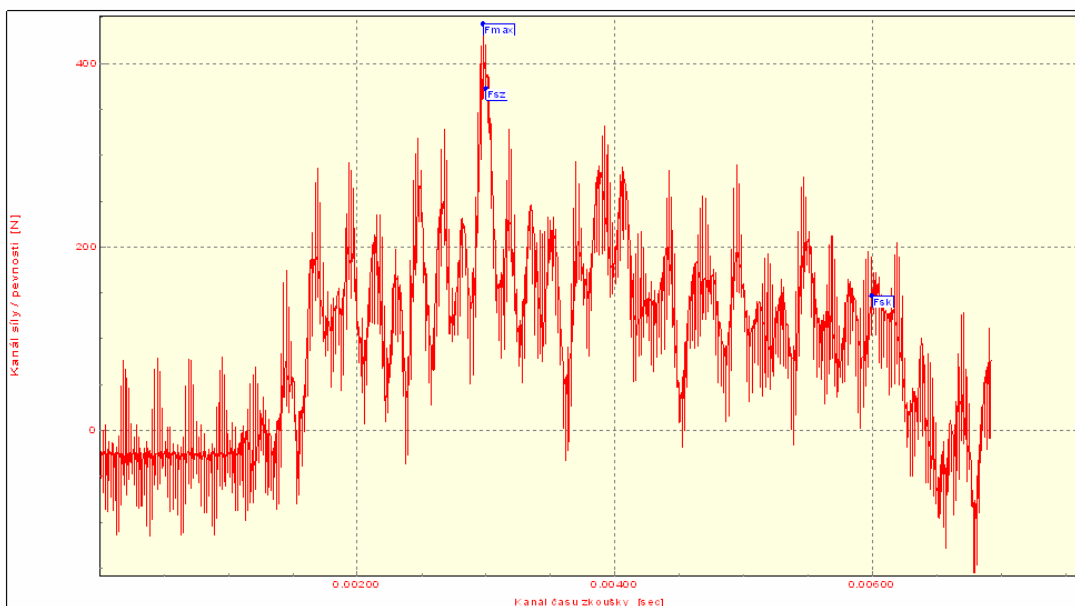
Testované lepidlo:	<b>BETAMATE 5096</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	584.91	7.02
2	442.89	7.73
3	517.12	8.07
4	526.14	6.97

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	4	4
Průměrná hodnota	517.76	7.45
Směrodatná odchylka	58.26	0.54

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>80 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>20 [%]</b>
<b>AF:</b>	





## PŘÍLOHA 14

### Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo **BETAGUARD RB** A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

#### Vstupní hodnoty

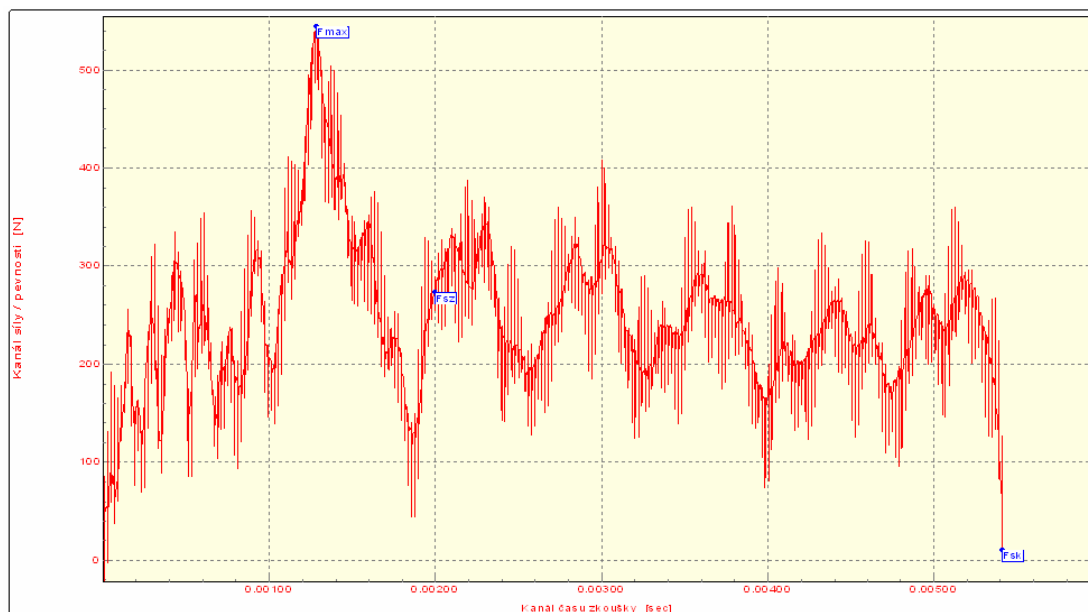
Testované lepidlo:	<b>BETAGUARD RB 214 BV</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802- 39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

#### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	544.17	12.33
2	561.40	11.34
3	503.60	8.11
4	598.75	10.27
5	507.46	11.63

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	543.07	10.74
Směrodatná odchylka	39.57	1.65

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	







## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo BETAGUARD RB B.(vytvrzeno v KTL)

### Vstupní hodnoty

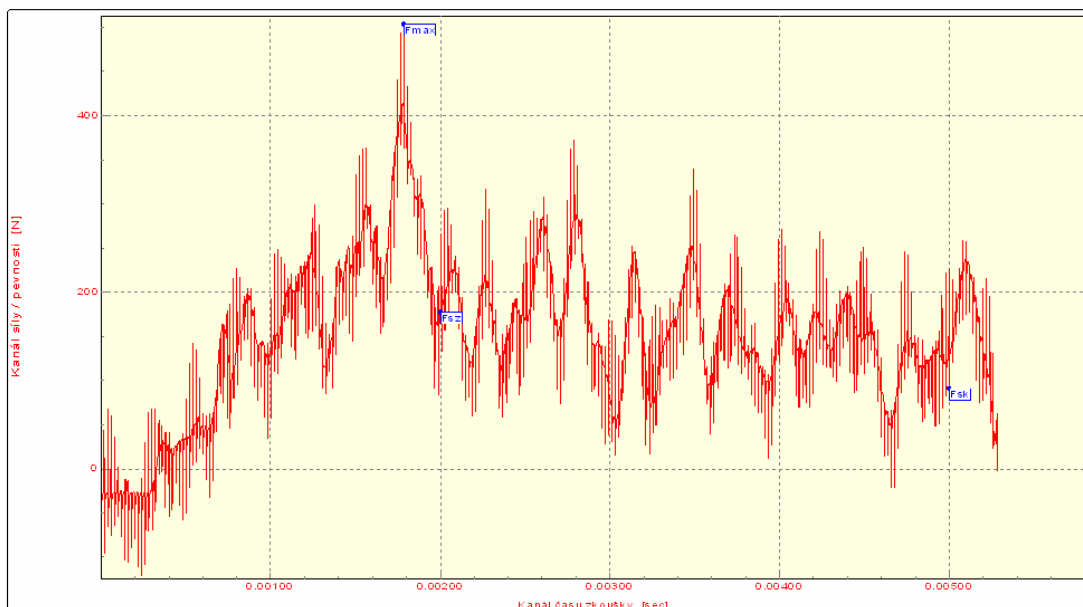
Testované lepidlo:	<b>BETAGUARD RB 214 BV</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802- 39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	345.48	5.63
2	353.21	5.66
3	503.27	7.95
4	426.79	8.25
5	525.81	10.30

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	430.91	7.56
Směrodatná odchylka	83.06	1.97

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>90 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>10 [%]</b>
<b>AF:</b>	





## PŘÍLOHA 15

# Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo SIKA POWER 492 G A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

## Vstupní hodnoty

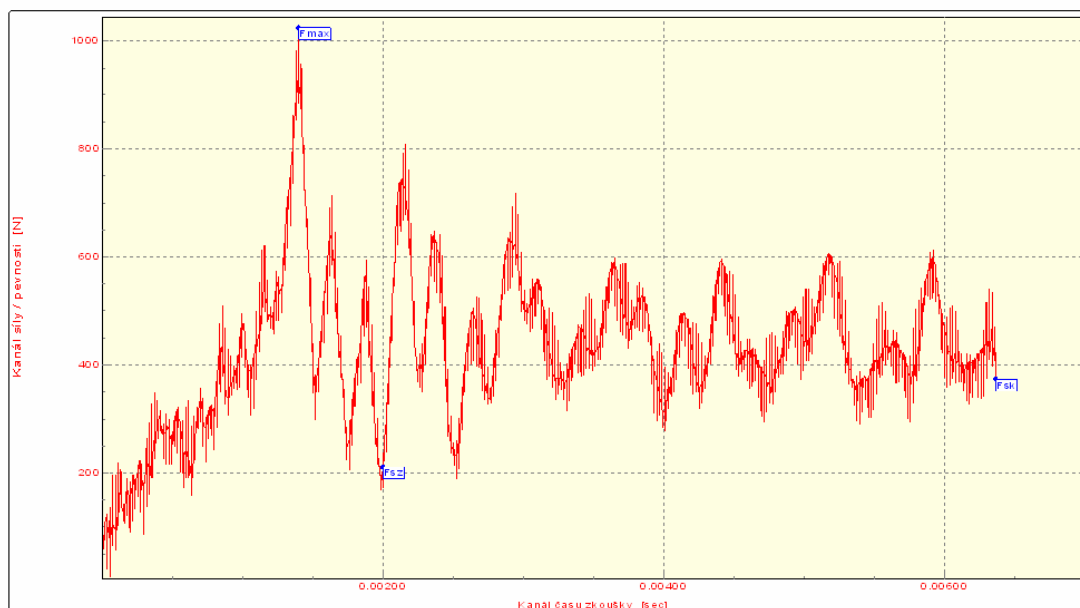
Testované lepidlo:	<b>SIKA POWER 492 G</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

## Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	809.03	22.48
2	1024.30	23.28
3	902.58	23.91
4	1538.73	20.83
5	1343.10	19.12

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	1123.55	21.92
Směrodatná odchylka	307.48	1.95

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	





## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo SIKA POWER 492 G B.(vytvrzeno v KTL)

### Vstupní hodnoty

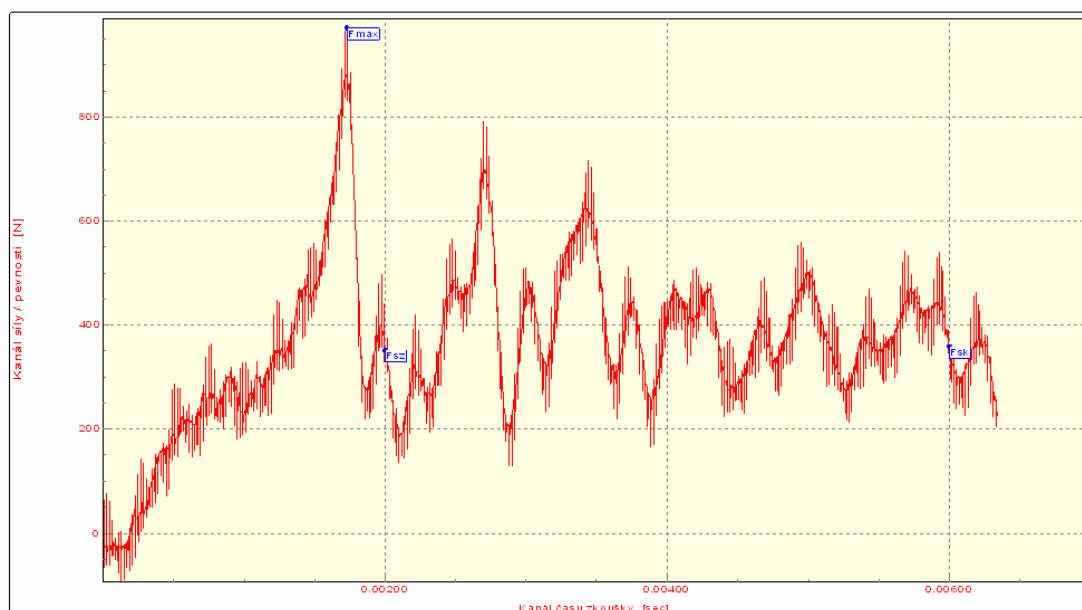
Testované lepidlo:	<b>SIKA POWER 492 G</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	1231.04	18.82
2	1687.51	19.31
3	1691.53	21.48
4	970.85	19.83
5	1390.60	19.68

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	1394.31	19.82
Směrodatná odchylka	308.34	1.00

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	





## PŘÍLOHA 16

### Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo SIKA POWER BFK 5 A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

#### Vstupní hodnoty

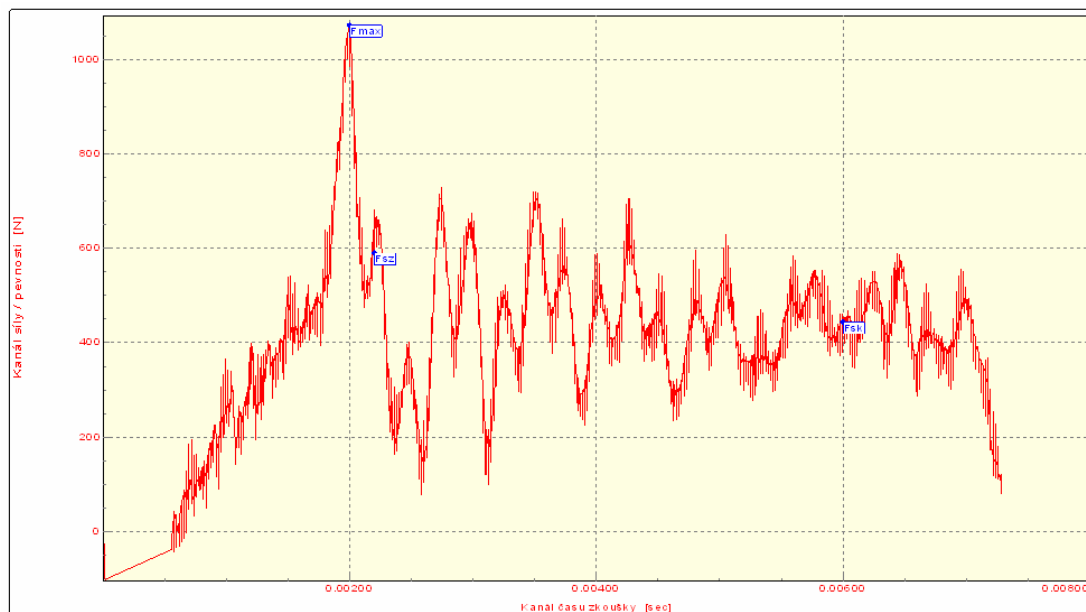
Testované lepidlo:	<b>SIKA POWER BFK 5</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

#### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	1027.20	19.78
2	1072.28	22.29
3	1193.53	19.94
4	844.78	21.30
5	908.54	20.82

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	1009.26	20.82
Směrodatná odchylka	137.34	1.03

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	





## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo SIKA POWER BFK 5 B.(vytvrzeno v KTL)

### Vstupní hodnoty

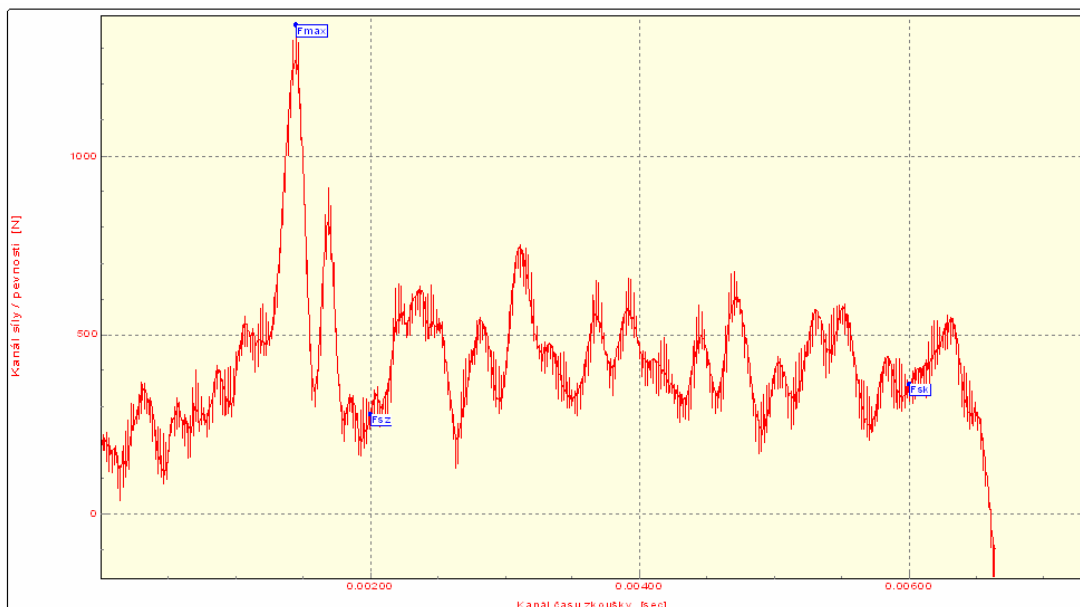
Testované lepidlo:	<b>SIKA POWER BFK 5</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	2293.40	20.85
2	1365.97	21.92
3	1106.74	22.93
4	1141.84	22.15
5	2258.62	21.36

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	1633.31	21.85
Směrodatná odchylka	595.19	0.79

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>100 [%]</b>
<b>SCF:</b>	
<b>AF:</b>	





## PŘÍLOHA 17

### Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo TEROKAL 8026 GB A.(vytvrzeno při 180°C/20min.)

#### Vstupní hodnoty

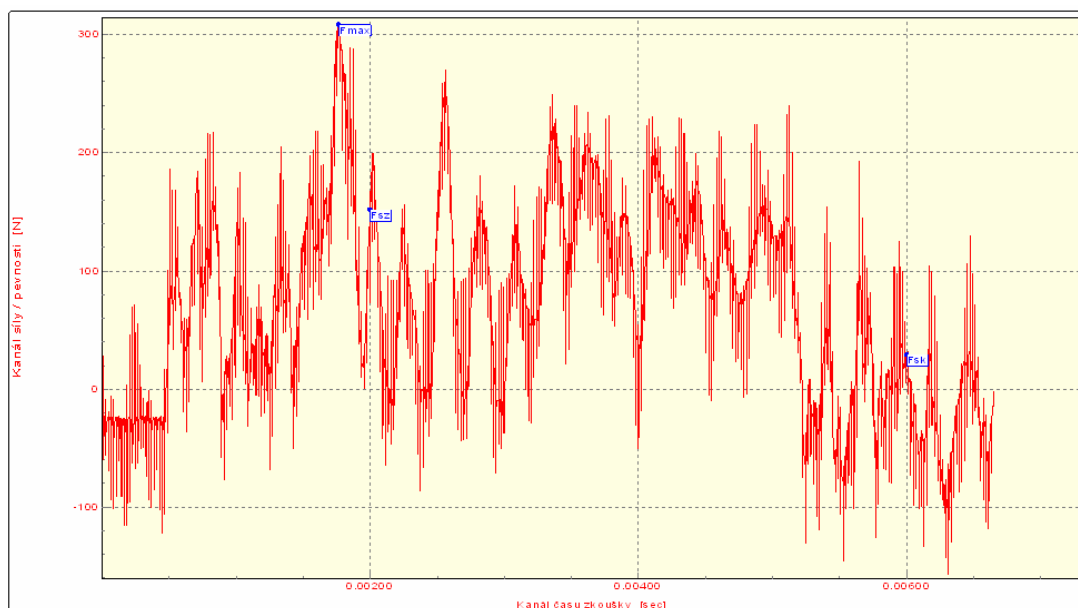
Testované lepidlo:	<b>TEROKAL 8026 GB</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802-
	<b>25</b>		39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>180°C / 20min.</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

#### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	308.61	4.85
2	284.94	0.63
3	160.48	6.68
4	399.58	2.94
5	300.40	5.05

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	5	5
Průměrná hodnota	290.80	4.03
Směrodatná odchylka	85.53	2.32

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>20 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>80 [%]</b>
<b>AF:</b>	





## Protokol z rázové zkoušky ISO 11343; zkoušené lepidlo TEROKAL 8026 GB B.(vytvrzeno v KTL)

### Vstupní hodnoty

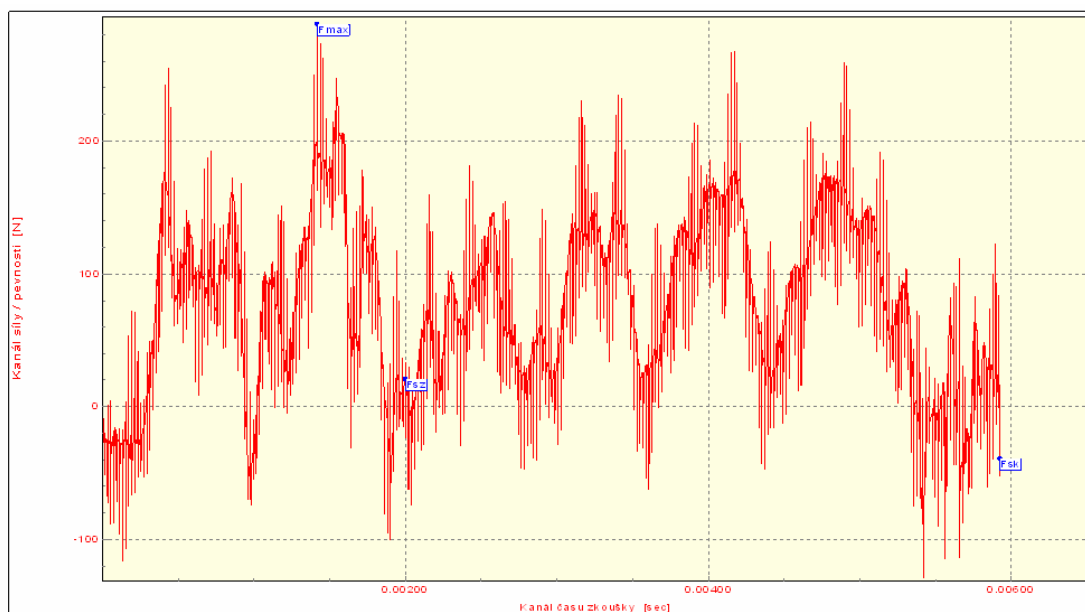
Testované lepidlo:	<b>TEROKAL 8026 GB 25</b>	Mazivo:	Anticorit PL 3802- 39s
Substrát:	HDG	Množství maziva:	3 g/m <sup>2</sup>
Podmínky vytvrzení:	<b>KTL</b>	Vypracoval:	Vít Kolman

### Výstupní hodnoty

Číslo zkoušky	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
1	309.58	4.00
2	312.15	4.66
3	325.03	6.09
4	287.84	4.15

Statistická hodnota	F <sub>max</sub> N	F <sub>s</sub> /mm N/mm
Počet zkoušek	4	4
Průměrná hodnota	308.65	4.73
Směrodatná odchylka	15.43	0.95

Typ porušení	
<b>CF:</b>	<b>60 [%]</b>
<b>SCF:</b>	<b>40 [%]</b>
<b>AF:</b>	





### Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 05.06. 2009

.....

Vít Kolman





### **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

In Liberec, 05.06. 2009

.....

Vít Kolman